المملكة العربية السعودية
جامعة الملك سعود
عمادة الدراسات العليا
كلية الآداب – قسم الجغرافيا



أثر الخصائص المطرية في توزيع الغطاء النباتي للأراضي الجبلية في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية

قدمت هذه الرسالة استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الدكتوراه في الجغرافيا
قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة الملك سعود

إعداد الطالبة
خديجة بنت أحمد بن أمين غزيز

المشرف
الدكتور/ جهاد محمد قربه

المشرف المساعد
الدكتور/ محمد فضيل بوروبه

١٤٢٣هـ / ٢٠٠٢م

أثر الخصائص المطرية في توزيع الغطاء النباتي
للأراضي الجبلية في منطقة عسير بالمملكة العربية السعودية

إعداد الطالبة

خديجة بنت أحمد بن أمين غزيز

نوقشت هذه الرسالة يوم الأربعاء بتاريخ ٢٥/٢/١٤٢٣هـ الموافق ٨/٥/٢٠٠٢م

وتمت إجازتها .

أعضاء لجنة الحكم

١- الدكتور/ جهاد محمد قربه مشرفاً وعضواً مقرراً التوقيع ....

٢- الأستاذ الدكتور/ عبدالعزيز بن عبداللطيف آل الشيخ عضواً ممتحناً التوقيع ....

٣- الأستاذ الدكتور/ عبدالله بن ناصر الوليعي عضواً ممتحناً التوقيع ....

٤- الدكتور / أحمد بن حمد الفرحان عضواً ممتحناً التوقيع ....

٥- الدكتور/ عبدالله بن سليمان الحديثي عضواً ممتحناً التوقيع ....

شـــكر وتقـــدير

الحمد والشكر لله وحده على جزيل نعمه وعظيم منه وكرمه أن من علي ووفقني في إنجاز هذه الرسالة التي لا يستطيع إنسان بمفرده إنجاز ما تم إنجازه دون مساعدة ذوي الاختصاص.

لـــذا .. فإنه يسعدني أن أبدأ شكري وعرفاني لقسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة الملك سـعود، وأعضاء هيئة التدريس والإداريين والفنيين لكل ما قدموه لي من مساعدة وأخص بالذكر سـعادة أ. د. عـبدالعزيز بـن عبداللطـيف آل الشيخ – رئيس القسم على كل مساعداته القيمة ورعايـته الأبويـة، كمـا أشكر سعادة د. جهاد محمد قربه، على توليه مهمة الإشراف الأكاديمي لإنجـاز هذا البحث وعلى توجيهاته التصحيحية التي أثرت محتوى الدراسة المعرفي، كما أود أن أتقـدم بشـكر خـاص للمشـرف المساعد سعادة د. محمد فضيل بوروبه، على مساعداته القيمة وجهـوده المتواصـلة وتوجيهاته المستمرة بروح وإخلاص علمي فاضل منذ الخطوة الأولى في إعداد هذا البحث.

كمـا أشـكر أعضاء لجنة المناقشة لتفضلهم بقبول مناقشة هذا البحث، كما لا يفوتني أن أتقدم بالشكر الجزيل لجميع من كان لي شرف استشارته في أي موضوع يتعلق بهذا البحث سواء أكـان جهة رسمية أم بصفة شخصية من أساتذتي الأفاضل سعادة أ. د. يحيى بن محمد أبوالخير، سـعادة أ. د. عبدالله بن أحمـد الطاهـر، سـعادة د. محمد بن طاهر اليوسف، سـعادة د. محمد عـبدالعال صـالح، سـعادة د. على نورالدين إسماعيل، أو الزميلات الكريمات في مجال العمل أو الدراسـة أو غيـرهم ممـن لـم تسعفني ذاكرتي بإيراد اسمه أو جهته ضمن هذا التنويه بالشكر والـتقدير على اقتراحاتهم المنيرة التي أضاءت الطريق لي واستطعت من خلالها التغلب على كثير من المشاكل والعقبات.

كمـا أتوجـه بالشـكر الجزيل للمسئولين في قسم الهيدرولوجيا بوزارة الزراعة والمياه، والرئاسـة العامة للأرصاد وحماية البيئة ممثلة في أ. عبدالغفور أحمد قاري، على مساعدتهم لي في توفير البيانات والإحصاءات المناخية والنباتية التي اعتمدت عليها الدراسة.

وأخيـراً أتقـدم بعظيم الشكر والعرفان بلا حدود لرفيق دربي زوجي سعادة د. عبدالله بن مصـلح النفيعي الذي سخر لي كل الظروف والإمكانات بفضل الله ثم بفضل دعمه المتواصل الذي مكنـني من تحصيل هذا الحاصل وأرجو أن يكون فيه نفع وفائدة وإثراء للدراسات المستقبلية في المنطقة.

ومـرة أخرى لكل هؤلاء مني جزيل الشكر والعرفان ومن الله الأجر والثواب، وأن يجعله الله عملاً خالصاً لوجهه الكريم. وصلى الله وسلم على سيدنا محمد وعلى آله وصحبه وسلم.

*****

فهرس الجداول

رقم الجدول		الصفحة

رقم الجدول		الصفحة

فهرس الأشكال

رقم الشكل		الصفحة
٧٤	الكثافة (كم/كم^{٢}) والشكل(الطول/العرض) في الأحواض المائية الفرعية لحوض تصريف وادي بيشة.	٢٤٢
٧٥	عناصر الإمداد والفقد في معادلة التوازن المائي بمنطقة عسير الجبلية.	٢٥٥
٧٦	وحدات التربة الأساسية في منطقة عسير الجبلية.	٢٥٧
٧٧	المجموعات الكبرى للتربة في منطقة عسير الجبلية.	٢٥٩
٧٨	أقصى فرق مقاس بين معدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح لفترة حدوث التشبع في بعض المحطات المختارة بالأراضي الجبلية في عسير.	٢٦٦
٧٩	العلاقة بين معدلات الأمطار و التبخر/النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف وادي بيشه.	٢٦٧
٨٠	العلاقة بين معدلات الأمطار و التبخر/النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الشمالية والغربية من حوض تصريف وادي بيشه.	٢٦٩
٨١	العلاقة بين معدلات الأمطار و التبخر/النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الغربية والجنوبية من حوض تصريف وادي بيشه.	٢٧٠
٨٢	العلاقة بين معدلات الأمطار و التبخر/النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية والشمالية والجنوبية من حوض تصريف وادي تثليث.	٢٧١
٨٣	تصنيف النباتات الطبيعية في المنطقة الجبلية بعسير.	٢٧٦
٨٤	اصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية) في المنطقة الجبلية بعسير.	٢٧٨
٨٥	أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات عاريات البذور المميزة في المنطقة الجبلية بعسير.	٢٧٩
٨٦	أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات كاسيات البذور في المنطقة الجبلية بعسير.	٢٨١
٨٧	أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات كاسيات البذور ثنائية الفلقة في المنطقة الجبلية بعسير.	٢٨٣
٨٨	مسميات المناطق النباتية المناخية بالأراضي الجبلية في عسير.	٢٨٩

فهرس الملاحق

ملخـص الرسـالة

ترتكــز هــذه الدراســة حــول محورين أساسيين هما تحديد التغيرات الزمنية والمكانية للأمطــار ومــدى تأثيرها على التوزيع المكاني لأنواع النبات الطبيعي في المنطقة الجبلية بعسير، ودراسة الغطاء النباتي الطبيعي في الأراضي الجبلية بمنطقة عسير التي تصل إلى ارتفاعات تزيد عــلى ثمانمائــة مــتر فوق مستوى سطح البحر. وتهدف هذه الدراسة إلى إيجاد تصور جغرافي لــلعلاقة الزمــنية والمكانيــة بين العناصر المناخية، وخاصة الأمطار ومركبات الوسط الطبيعي بالمنطقة الجبلية بعسير وأثر ذلك في التباينات المكانية لأنواع الغطاء النباتي الطبيعي.

وفــي ضــوء ذلــك فقد تعرضت هذه الدراسة إلى تحليل التباينات المناخية للفترة ما بين ١٩٧٠ إلى ١٩٩٧م فــي خمــس وثلاثيــن محطة تابعة لوزارة الزراعة والمياه والرئاسة العامة للأرصــاد وحمايــة البيئة، وتمثل تلك البيانات دورة مناخية عادية يمكن اعتمادها لتحديد نظامي التساقط والجريان السطحي في المنطقة الجبلية بعسير.

وقــد اعــتمدت الدراســة على المنهج الاستقرائي والتحليل الإحصائي التفصيلي المبسط للــبيانات المناخية بعد تصحيح بعض السلاسل الزمنية للقياسات في بعض المحطات. واستخدمت بعــض الأساليب الإحصائية والكارتوجرافية ممثلة في العديد من الخرائط والأشكال البيانية لتمثيل البيانات الرقمية لمعرفة تحديد العلاقات القائمة بين المتغيرات المناخية والعوامل الطبيعية بالمنطقة الجبــلية بعســير. وتحديد العلاقات القائمة بين التباينات المكانية للأمطار والتوزيع المكاني للغطاء النباتي الطبيعي.

وقــد اشتملت الرسالة على مقدمة وستة فصول، تناول **الفصل الأول** الإجراءات المنهجية وشــمل موضوع الدراسة وأهميته ومشكلة الدراسة وأهدافها وتساؤلات البحث، والدراسات السابقة فــي هــذا المجال ضمن الإطار النظري للبحث، ومنهج البحث وأساليبه الذي اشتمل على منطقة الدراسة والمحطات المختارة وكيفية تصنيفها، ومراحل تنفيذ البحث.

تــناول الفصل الثاني دراسة تفصيلية للسمات الطبيعية العامة في الأراضي الجبلية بعسير كالخصــائص الطبيعية والطبوغرافية. والعوامل الجغرافية والديناميكية المؤثرة في مناخ الأراضي الجبــلية بعســير، مــع تحليل لبعض الوضعيات الجوية الرئيسة المولدة للأمطار. **وتناول الفصل الثالث** تحليل ومعالجة الخصائص المناخية في الأراضي الجبلية بعسير وصممت فيه نماذج تقدير معــدلات الحــرارة والــرطوبة النســبية والتبخر/النتح اعتماداً على العلاقات بين هذه المتغيرات المــناخية وعامــلي الارتفاع والبعد عن خط الساحل، وعدلت معادلة ثورنثوايت الأصلية بواسطة

بيانـــات التـــبخر المسجلة في المحطات المناخية قبل اســـتخدامها في تقـــدير معـــدلات التبخـــر بمحطـــات قـــياس الأمطـــار.

وبحـــث الفصـــل الرابع في تحليل السمات المناخية العامة للأمطار والعوامل المؤثرة في تغيـــراتها الزمـــنية والمكانيـــة عـــلى المستوى السنوي والفصلي والشهري، وتصنيف المحطات المدروســـة حســـب معـــدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية وكمية الأمطار السنوية القصوى والصـــغرى، وقـــدم هذا الفصل تصنيفاً للمحطات المدروسة للأمطار الفصلية/الشهرية وللمعدلات المطـــلقة والفعلية اعتماداً على معدلات الأمطار الفصلية/الشهرية المطلقة والفعلية وكمية الأمطار الســـنوية القصوى والصغرى الفصلية/الشهرية، وإسهام أمطار الفصل والشهر المطلق في المعدل الســـنوي المطلق وإســـهام أمطار الفصل والشهر الفعلي في المعدل السنوي الفعلي.

وخصص **الفصل الخامس** لدراسة المياه والتربة وتحديد الخواص الهيدرولوجية لأحواض التصـــريف وحســـاب الموازنـــة المائية لها. وقدم هذا الفصل تصنيفاً لأنواع التربة الأساسية في المـــنطقة. **وتناول الفصل السادس** تحديد أنواع الغطاء النباتي الطبيعي وتصنيف التجمعات النباتية وفقاً لخصائصها الهيدرولوجية والبيدولوجية والطبوغرافية والمناخية، وموازنتها المائية.

ونوقشـــت النـــتائج والتوصـــيات المقـــترحة فـــي **خاتمة الدراسة** ويؤمل أن يستفاد من التوصيات في تطوير الدراسات المستقبلية عن المناخ التطبيقي وخصائص الأمطار بمنطقة عسير الجبلية من المملكة العربية السعودية، وقد توصلت الدراسة إلى نتائج مهمة وحيوية يمكن الاعتماد عـــليها فـــي إعداد الدراسات أو اتخاذ القرارات التطويرية أو الاستثمارية أو العلمية الاستقصائية بالنسبة للمنطقة الجبلية بعسير.

المقـــــدمة

تشهد المملكة العربية السعودية تطوراً حضارياً ملموساً في شتى المجالات التي تتعلق بالتعليم والتطوير المبني على نتائج الدراسات العلمية. وتعد الجغرافيا من العلوم التي تسهم في هذا المضمار نظراً للسمة التي تتفرد بها عن بقية العلوم الأخرى المتمثلة في شموليتها لكثير من الظواهر الطبيعية والبشرية، بالإضافة إلى الاتجاه الذي تسلكه بعض الدراسات الحديثة منها نحو التطبيق لاسيما في علم المناخ بعد التطور الذي شهده هذا الفرع نتيجة لأهميته في شتى مجالات الحياة، فالمناخ من أهم المكونات الخاصة في المجال الجغرافي والذي ينتج منه علاقات مهمة تسهم في صياغة خصائص الواقع الطبيعي لأي إقليم وهو الواقع الأكثر فاعلية في التأثير الجغرافي على الإنسان.

والجغرافيا المناخية من ميادين الجغرافيا الطبيعية التطبيقية نظراً لطبيعة الظواهر المناخية وإمكانات خضوعها لعمليات القياس المباشر الحقلي والمخبري. إلا أن طبيعة التغيرات التي تميز الظواهر المناخية تختلف عن غيرها من الظواهر الطبيعية الأخرى من حيث سرعة التغير ومجال حدوث التغير في الزمان والمكان، بحيث تمتد تغيرات الزمن من بضع دقائق إلى عدة سنوات تمثل دورة مناخية (٣٠ سنة للدورة المناخية الكاملة) وتمتد تغيرات المكان من أقدام الجبال إلى أعالي السفوح في الأقاليم. ولقد أدت طبيعة هذه التغيرات إلى توفر كثير من البيانات الكمية التي تعبر عن سرعة تغير وامتداد الظواهر المناخية في الطبيعة كما تزايدت هذه البيانات وتنوعت، خاصة بعد إطلاق ونجاح الرحلات الفضائية للأقمار المخصصة لأغراض الرصد الجوي المعروفة باسم "METEO-SAT". وقد ساعدت كل هذه الظروف في الاستفادة من المعلومات والقياسات المأخوذة للظواهر المناخية على أكثر من بعد جغرافي، الأمر الذي سهل تتبع هذه التغيرات المناخية بدقة ورصدها لفهم تأثيراتها السلبية أو الاستفادة من خصائصها الإيجابية وتسخيرها في زيادة خدمة الإنسان.

وللعناصر المناخية أثر كبير ومهم في حياة الكائن الحي سواء الإنسان أو الحيوان أو النبات وهذا الأخير ما هو إلا صورة حية على سطح الأرض نتيجة تفاعل الخصائص المناخية والهيدرولوجية مع بعضها البعض ومع أشكال التضاريس المختلفة والتربة المتنوعة، فالنبات أكثر الكائنات خضوعاً للظروف الطبيعية وهو أقدم الكائنات نشأة ويعد الأصل والمادة الأولية الغذائية لبقية الكائنات الحية على سطح الأرض، قال تعالى {أخرج منها ماءها ومرعاها} (آية ٣١ سورة النازعات).

ويعد التساقط بجميع صوره من العناصر المناخية التي تؤثر في نمو وتكاثر الأنواع النباتية وتحدد انتشارها ليس في المناطق الجغرافية فحسب بل في حدود المنطقة الواحدة بطريق مباشر أو غير مباشر، إلا أن الأمطار تعد من أهم أنواعه في المناطق شبه الجافة والصحراوية كالمملكة، لأن النبات صورة صادقة لكمية الأمطار الفعلية في ظل الظروف الأخرى كالمظاهر التضاريسية والهيدرولوجية والبيدلوجية، ويرتبط النمو النباتي من حيث الكثافة والنوع بهذه الأمطار التي بدورها تتأثر بالكمية والفصلية ودرجات الحرارة ومقدار التبخر/النتح.

وبما أن الأمطار من أهم العناصر المناخية التي تحظى بالقياسات الحقلية والمخبرية، بهدف معرفة نظام توزيعها ومدى تأثيرها على حياة الكائن الحي من خلال التغيرات الزمنية والمكانية التي تميز توزيعاتها على سطح الأرض. فقد قدم كثير من الباحثين الكثير من الدراسات المتعلقة بعنصر الأمطار عن المملكة، كما حاولوا تحديد ملامحها بطرق ومناهج مختلفة، نظراً لأن نظام الأمطار في المملكة يتميز بالعديد من السمات والخصائص الطبيعية، إلا أنهم لم يتطرقوا بما فيه الكفاية لدراسة نوع وكثافة الغطاء النباتي وعلاقته بنظام الأمطار.

وتأتي هذه الدراسة استكمالاً لما بدأه الباحثون وإضافة علمية جديدة للدراسات المناخية التي أجريت على العديد من الظواهر المناخية، ولكنها تختلف عن سابقاتها في أنها تقدم تصوراً دقيقاً لنظام الأمطار وخصائص تغيراته الزمنية والمكانية والعوامل المؤثرة فيها والربط بين خصائص نظام الأمطار وخصائص الغطاء النباتي الطبيعي الحالي في منطقة تعد من أهم مناطق المملكة الطبيعية وهي الأراضي الجبلية بمنطقة عسير كما يوضحه موضوع الدراسة.

ويتضح إسهام هذه الدراسة في عدة محاور هي تحديد الخصائص الجغرافية والطبيعية للأراضي الجبلية بعسير، وتحديد السمات المناخية العامة للمنطقة بما فيها سمات الأمطار الزمنية والمكانية، وتحديد الخواص الطبيعية والمميزات المائية لوحدات التربة الأساسية في المنطقة، وعلاقتها بنظام الأمطار ونوع الغطاء النباتي الطبيعي، ومعرفة أنواع وكثافة الغطاء النباتي الطبيعي في إطار الخصائص المناخية الطبوغرافية البيدولوجية والهيدرولوجية.

وتسهم هذه الدراسة أيضاً في سد الفجوة المعلوماتية وما اقتضاه ذلك من استكمال للبيانات والخرائط والأشكال التوضيحية للبيانات الرقمية في المنطقة، مما ساعد على التوصل إلى نتائج وتوصيات ذات قيمة علمية.

الفصل الأول

الإجراءات المنهجية

أولاً – موضوع البحث وأهميته

تعد الأمطار من أهم العناصر المناخية المؤثرة في مختلف أوجه النشاط البشري لكونها المصدر الرئيس للمياه على سطح الأرض حيث تستفيد منها الأراضي مباشرة عن طريق الجريان السطحي أو المخزون الجوفي. ونظراً لطبيعة مناخ المملكة الصحراوي الجاف فإن الأمطار تتفاوت في خصائصها من حيث نظام هطولها، ومن حيث نسبة تركيزها زمنياً من منطقة لأخرى لأسباب منها قلة الهطول السنوي على معظم أجزاء المملكة، وعدم انتظام الهطول في معظم مناطق المملكة، وتذبذب توزيعها الفصلي، وتنوع التأثيرات الجوية على أراضي المملكة من فصل لآخر، وضعف توغل التأثيرات البحرية الممطرة في الأراضي الداخلية بالمملكة، وتأثر التوزيع المكاني للأمطار بالتوزيع المكاني للتضاريس.

ولــذا لجأت وزارة الزراعة والمياه إلى تعويض العجز المائي باستغلال بعض من مخزون المياه الجوفية وإتاحته للاستغلال الزراعي والرعوي في المناطق الجافة الداخلية. وتعد الدراسات المناخية قليلة في المملكة، وقد اعتمدت في معظمها على المنهج الوصفي للسمات العامة لعناصر المناخ الرئيسة مثل الحرارة والرطوبة النسبية والتبخر والرياح والأمطار في بعض مناطق المملكة ، ولأغراض محدودة نسبياً. وقد أكدت جميع تلك الدراسات على قساوة وجفاف الخصائص المناخية. ويستثنى من ذلك منطقة جنوب غربي المملكة التي تنفرد بخصائص طبيعية جعلت منها منطقة جغرافية متميزة عن بقية مناطق المملكة تنعكس على خصائصها المناخية والهيدرولوجية والبيدولوجية والنباتية.

وتبرز أهمية هذه الدراسة في تحليل ودراسة التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار بالأراضي الجبلية في عسير وعلاقة ذلك بأنواع الغطاء النباتي. وتتطلب دراسة التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار دراسة العوامل المناخية والجغرافية المؤثرة على مناخ المنطقة وخاصة الأمطار وتوزيعاتها السنوية والفصلية والشهرية في المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار في منطقة عسير الجبلية بغرض معرفة تأثيراتها على نمو وامتداد أنواع الغطاء النباتي بالمنطقة. ومن جانب آخر تتمحور دراسة الغطاء النباتي حول العلاقة بين المياه والتربة وأثر ذلك على النبات ومعرفة التوازن المائي. ودراسة هذه العلاقات تمكننا من تحديد التباينات المكانية لأسماء المناطق النباتية المناخية ومدى تأثير العناصر الطبيعية والعوامل الجغرافية في خصائص النبات الطبيعي في منطقة عسير الجبلية.

وهناك أهمية نظرية لهذه الدراسة تتمثل في محاولة معرفة العلاقة الزمنية والعلاقة المكانية بين العناصر المناخية وخاصة الأمطار من جهة، وأثر ذلك في معرفة الغطاء النباتي من جهة أخرى من خلال معالجة إحصائية وتحليل كمي للبيانات المناخية بمحطات قياس الأمطار والمحطات المناخية الواقعة بمنطقة الدراسة. وتتم هذه المعالجة من خلال تتبع التغيرات الزمنية والمكانية للعناصر المناخية على مدى ثمان وعشرين سنة. وبالاعتمـــــاد على البيانات المناخية المصححة والمراجعة يمكن تقدير قوة العلاقة القائمة بين عدة عوامل ترتبط بمعدلات الأمطار السنوية ومستوى ارتفاع محطات القياس وبعدها أو قربها من البحر، ومعدلات الأمطار الشهرية في محطة التصحيح الرئيسة والمحطة التابعة، وعدد ساعات السطوع والإشعاع الشمسي في المحطات المناخية، ومعدلات الحرارة الشهرية وعدد ساعات السطوع الشمسي وكمية الإشعاع الشمسي، ومعدلات الحرارة الشهرية ومعدلات الرطوبة الشهرية وارتفاع المحطات وبعدها عن البحر، ومعدل الحرارة الشهري ومعدل التبخر الشهري، ومعدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في المحطات المناخية، ومعدلات الأمطار السنوية المطلقة/ الفعلية في محطات القياس وعدد السنوات المطيرة، ومعدل الأمطار الفصلي الأقصى المطلق والفعلي، ومعدل الأمطار الشهري الأقصى المطلق/الفعلي.

وتبرز الأهمية التطبيقية في التحليل الإحصائي للعلاقات القائمة بين المتغيرات المناخية ومركبات السطح الطبيعي (التضاريس، الجيولوجيا، تكوين الصخور، المناخ، المياه، التربة، النبات) للأراضي الجبلية بمنطقة عسير إلى صياغة أهمية هذه العلاقات في شكل نماذج ومعادلات تقوم على أهمية وقوة العلاقات الموجودة بين مختلف هذه المركبات. ويسمح هذا النوع من التطبيقات بتحديد العلاقات بين خصائص الأمطار والعناصر الطبيعية الأخرى المؤثرة في المنطقة، ويرتبط بذلك ما لهذه الدراسة من أهمية في مشاريع التنمية بالمنطقة، ولا سيما الموارد المائية السطحية منها، وتعد بذلك إضافة علمية للدراسات الطبيعية والمناخية السابقة التي أجريت على العديد من الظواهر المناخية بالعديد من مناطق المملكة الأخرى، إلا أنها تختلف عنها من الناحية التطبيقية من حيث التركيز على العلاقات القائمة بين التغيرات الزمنية والتغيرات المكانية للأمطار على ارتفاعات أكثر من ٨٠٠م بمنطقة عسير التي تعتبر منطقة جبلية نموذجية لدراسة نوع من نظام الأمطار الحالي بشبه الجزيرة العربية الذي يقع ضمن نطاق المناخ المداري الجاف، ومعرفة أنواع الغطاء النباتي الحالي على ارتفاعـــات أكثر من ٨٠٠م بمنطقة عسير الجبلية، وتحديد التباينات المكانية بين أنواع الغطاء النباتي وربطه بخصائص السطح الطبيعية، وربط خصائص الغطاء النباتي والتباينات المكانية في توزيعها من جهة بخصائص الموازنة المائية والعلاقات المائية القائمة بين العناصر المناخية بمنطقة عسير

الجبلية من جهة أخرى خلال الدورة المائية، ومعرفة العلاقات الممكنة بين عناصر التوازن المائي من جهة وأنواع الغطاءات النباتية المتباينة من جهة أخرى. ومن ثم ربط نوع هذه العلاقات بخصائص أنواع التربة المتباينة باختلاف الارتفاعات بمنطقة عسير الجبلية.

ثانياً - مشكلة الدراسة وأهدافها

يمكن اعتبار السلسلة الزمنية للبيانات المناخية المنحصرة ما بين سنة ١٩٧٠م و١٩٩٧م ممثلة لدورة مناخية عادية وعليه فإن مشكلة هذه الدراسة تكمن فيما يلي :

١- إيجاد نماذج للعلاقات المائية على مختلف السفوح وللتغيرات الزمنية والمكانية للعناصر المناخية المدروسة، اعتماداً على المتوسطات وعلى القيم العظمى والصغرى للعناصر المناخية، حيث يمكن الاعتماد عليها في دراسات تطبيقية مماثلة لمناطق جبلية أخرى بالمملكة.

٢- تحديد هيدرولوجية المنطقة وخواص أحواض التصريف الرئيسة، وتحديد عناصر التوازن المائي خاصة فيما يتعلق بتقدير نسبة الموارد المائية السطحية إلى الأمطار الهاطلة وحساب معاملات وعمق الجريان السطحي وتحت السطحي في أحواض تصريف المياه الرئيسة بمنطقة عسير الجبلية.

٣- تقدير الحدود المكانية للغطاء النباتي الحالي اعتماداً على خصائص ووضع التأثيرات المناخية الحالية، ولا سيما الأمطار بالإضافة إلى أنواع التربة.

٤- إمكانية إعادة رسم خريطة مكانية للغطاء النباتي بالأراضي الجبلية في منطقة عسير، اعتماداً على الخصائص الطبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية وعلى خصائص التربة الطبيعية لمعرفة رقعته الجغرافية الحالية.

وتهدف الدراسة إلى تحقيق خمسة أهداف روعي في ترتيبها مواضيع الفصول وهي:

١- إنجاز تحليل إحصائي تفصيلي للبيانات المناخية بمحطات منطقة عسير الجبلية التي يزيد ارتفاعها على ٨٠٠م ولفترة زمنية تمتد إلى ثمان وعشرين سنة متتالية منحصرة بين ١٩٧٠م إلى ١٩٩٧م وهي تعتبر دورة مناخية شبه كاملة بإمكانها أن تعطي سمات مناخية عامة وتفصيلية لهذه المنطقة وتمثيلية لدورة مناخية عادية تجمع بين القيم الصغرى والقيم العظمى للعناصر المناخية المدروسة.

٢- وضع تصور جغرافي لدراسة مناخية تطبيقية تهدف إلى المساهمة في مجمل الدراسات الجغرافية التطبيقية والتعرف على السمات الطبيعية المؤثرة، وتكملة ما تم إنجازه وتحقيقه من دراسات مناخية وجغرافية طبيعية عن المنطقة الجبلية بعسير.

٣- دراسة تأثيرات الخصائص الطبيعية كالطبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية بمنطقة عسير الجبلية على توزيع الأمطار وعلى التغيرات المائية.

٤- محاولة تحديد التوازن المائي في المنطقة الجبلية بعسير.

٥- حساب المعدلات الفعلية للأمطار وأثرها على الغطاء النباتي في المنطقة الجبلية بعسير.

ثالثاً - الدراسات السابقة

تناولت الدراسات المناخية السابقة لمنطقة الجزيرة العربية، بصورة عامة والمملكة العربية السعودية بصورة خاصة، التغيرات المناخية كما ظهرت عدة دراسات لاحقة اهتمت بدراسة المناخ بشكل عام أو بدراسة أحد عناصره على وجه الخصوص، بالإضافة إلى هذا عقدت أيضاً بعض الندوات لدراسة الخصائص المناخية للأمطار والموارد المائية بهدف الاستفادة منها في مجال تنمية اقتصاديات المملكة ودفع عجلة الإنتاج الزراعي في هذه البيئة المناخية الجافة ومن أجل الاستغلال الأمثل للمياه وتطوير البيئة الطبيعية والبيئة الزراعية لتنويع وزيادة المحاصيل.

وأبدى العديد من الباحثين في السنوات الأخيرة اهتماماً متزايداً بمعرفة الخصائص المناخية على المستويين الإقليمي والمحلي نظراً لتوفر القياسات المناخية وبيانات الأمطار في العديد من المناطق التي أنشأت فيها وزارة الزراعة والمياه منذ ١٩٦٤م والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ١٩٦١م محطات أرصاد جوية من أجل تتبع وقياس الظواهر المناخية بقياسات دقيقة سهلت فهم خصائص نظام تساقط الأمطار وطبيعة توزيعاتها المكانية بالمملكة.

واتصفت معظم الدراسات المناخية الإقليمية والمحلية بصورة عامة بوصف العناصر المناخية على مدار الفصول الأربعة في معظم مناطق المملكة، في حين حظيت منطقة الجنوب الغربي من المملكة بما فيها منطقة عسير الحالية بالعديد من الدراسات المناخية التي ركزت بشكل خاص، على عنصر الأمطار نظراً لانتظام هطولها وتزايد غزارتها مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر، بالمقارنة مع معظم مناطق المملكة التي تتلقى عموماً كميات قليلة ونادرة من الأمطار تتسم بعدم انتظامها على مدار السنة، نظراً لطابع الجفاف السائد بهذه المناطق. وترجع الاختلافات المناخية بين جنوب غـرب المملكة وبقية المناطق الأخرى إلى تنوع مظاهر السطح والأوضاع الجوية طوال العام. حيث تتأثر هذه المنطقة في الصيف بالنظام الموسمي

الممطر وتتعرض في الشتاء والربيع لأمطار المنخفض الجوي السائد في حوض البحر المتوسط. ولإعطاء صورة واضحة ومختصرة عن هذه المنطقة سوف يتم تناول الدراسات السابقة على حسب المواضيع وفصول الدراسة وبما يحقق أهدافها، وفيما يلي عرض لهذه الدراسات :

١. الدراسات التي تناولت السمات الطبيعية والمناخية العامة لمنطقة عسير.

تتضمن الدراسات الخاصة بالسمات الطبيعية والمناخية التي تناولت بشكل عام الظروف المناخية الحالية السائدة في جميع مناطق المملكة العربية السعودية وتعرضت بشيء من التفاصيل لمنطقة الجنوب الغربي (عسير)، نظراً لتميزها طبيعياً ومناخياً عن بقية جميع المناطق الأخرى، خاصة من حيث الارتفاع عن مستوى سطح البحر وكمية الأمطار واعتدال درجة الحرارة وانخفاض كمية التبخر، وتنضم تحت هذه الدراسات كل من بحوث :

- أعد الخطيب (١٩٨٠م) تقريراً عن التنمية المائية والزراعية بالمملكة تحت إشراف وزارة الزراعة والمياه وأوضح أن المملكة مقسمة إلى ثمان مناطق هيدروزراعية، وأشار إلى أن منطقة الدراسة في عسير تقع ضمن إطار المنطقة الهيدروزراعية الثالثة، وأن المياه الجوفية في المنطقة الجبلية تكون محتجزة في الصدوع والتجمعات الطميية المحلية في الأودية وأن طبيعة تكوين الصخور البلورية لا تتيح تخزين كميات وفيرة من المياه. ونظر إلى منطقتي بيشة وتثليث باعتبارهما من أهم واحات الهضبة وأن الماء تكون في طبقة حاملة من التكوين الطميي ولسمك قد يصل إلى (٦٠) م. كما أورد التقرير أيضاً أن متوسط القياس للتصريف السنوي لحوضي وادي بيشة وتثليث من مياه الأمطار يقدر بنحو (٧٠) مليون م^{٣}، و(٤٥) مليون م^{٣} على التوالي.
- تعرض الجراش (١٩٨٢م) لدراسة المتغيرات المكانية المؤثرة في العلاقة بين مياه الأمطار والسيول في الجنوب الغربي خلال إجراء مقارنة لحوض وادي بيشة الذي يجري على السفوح الشرقية باتجاه الشمال الشرقي ووادي بيش الذي يجري على السفوح الغربية باتجاه البحر الأحمر.
- أشار نوري (١٩٨٣م) إلى الدراسات والمشروعات المائية التي تمت في المناطق الهيدوزراعية بالمملكة بواسطة الشركات الاستشارية العالمية، وذكر أن المنطقة الثالثة التي تقع في إطارها منطقة الدراسة عسير تتميز بالجبال العالية التي تخترقها الأودية المتجهة ناحية الشرق وأن طمي الأودية وشقوق الصخور التي تحتوي على المياه تعد في وادي بيشة من أهمها. وذكر أن الصور الجوية التي تم تحليلها بمعرفة الاستشاري

أثنـــاء الدراســـة ١٩٧٨م أوضحت أن الأراضي المروية في وادي بيشة (١٣٣٤٠) هكتاراً، وفي وادي تثليث (٣٨٢٠) هكتاراً وأن التغذية المقــدرة لحوضـــي الواديين (٧٨) مليون م٣، (٣٢) مليون م٣ على التوالي.

- تعرض كل من الجراش (١٩٨٤م و١٩٩٢م)، والمولد (١٩٨٣م) إلى العوامل المؤثرة في التباينات المكانية للمناخ السائد بالمملكة ومدى تأثيرها في تباين كميات التساقط من الأمطار وفي الاختلافات المكانية لتوزيعاتها. ولقد أرجعت هذه الدراسات تميز مناخ جنوب غربي المملكة إلى وجود سببين هما الموقع الجغرافي، والتضاريس.

وسوف تتم دراسة دور هذين العاملين بنوع من التفصيل لمعرفة واستقصاء تأثيراتهما على التوزيع السنوي والتوزيع الفصلي للأمطار في منطقة الدراسة.

- أشار سراج (١٩٨٤م)، والصباغ (١٩٨٢م) إلى أن منطقة الجنوب الغربي تتميز مناخياً عن غيرها من مناطق وسط وشمال المملكة من حيث ارتفاع معدلات الأمطار بها لجميع الفصول، وتأثيرات الرياح الموسمية الصيفية بها في تساقط الأمطار صيفاً، وتأثيرات التضاريس بها على سقوط أمطار فصلي الربيع والشتاء.
- أشار حيدر (١٩٨٤م) إلى أن موارد المياه في منطقة عسير ناتجة من مياه الأمطار والمياه السطحية وقدر متوسط هطول الأمطار سنوياً على المناطق الجبلية من (٣٦٢مم) إلى (٥٠٠مم) وعرف المياه السطحية بأنها تلك المياه المنسابة على سطح الأرض بعد سقوط الأمطار مباشرة عبر مجاري الأودية، وأعتبر أن مرتفعات عسير هي خط تقسيم المياه بين أودية تهامة الساحلية وأودية عسير الداخلية. وأشار إلى أن أودية عسير تتميز بسرعة جريانها واعتمد على النتائج السابق إجراؤها بمعرفة شـــركة كانـــزو وأوزبك تحـــت إشـــراف وزارة الزراعة والميـــاه لحســـاب متوســـط التصـــريف لحوضـــي وادي بيشة الذي قدر (١٠٧,٢) ملـــيون م٣، ووادي تثلـــيث (٥٤) مليون م٣ على التوالي.
- أصدرت وزارة الزراعة والمياه (١٩٨٤م) أطلساً للمياه متضمناً شرحاً لتضاريس المملكة ومصادر المياه في الماضي والأحوال الجوية وتطوير موارد المياه واستخداماتها، وأفرد فصلاً كاملاً عن مصادر المياه أشار فيه إلى أن الماء في المملكة يوجد على شكل مياه سطحية أو على شكل مياه جوفية وقد تكون متصلة أو منفصلة في بعض الأماكن، حيث أن المياه الجارية نتيجة السيول قد تتسرب لتصبح مياها جوفية وأن هذه النوعية من المياه تجري في الأودية في مرحلة انتقالية لتصب في البحر أو تتبخر أو تتسرب إلى سطح الأرض. وعرفت السيول بأنها تلك الجزء من مياه الأمطار الذي يظهر كسيول سطحية في الأودية أو على شكل مياه جارية على سطح الأرض. كما أشار الأطلس إلى تفاوت السيول في مناطق المملكة وأن كميات كبيرة توجد في منطقة عسير حيث نزول الأمطار

أكبر بكثير وأنها تتسرب لتقوم بتغذية المياه الجوفية، كما أن المعدل الشهري للسيول منتظم إلى حد ما، حيث تتجه السيول إما إلى البحر الأحمر أو إلى مناطق الصرف الداخلي. وقد اعتبرت الدراسة أن منطقة الحوض الداخلي وادي الدواسر – عسير من أكبر النظم الداخلية بالمملكة، ويستمد هذا الحوض سيوله من العـــديد من الأوديـــة من أهمهـــا وادي بيشة الذي يمده بنصف تدفقه والمقدر (١٠,٥) مليون م^3/ث.

- ذكر الجراش (١٩٨٨م) في دراسته للميزان المائي المناخي بالمملكة أن منطقة المرتفعات الجنوبية الغربية تتميز عن بقية مناطق المملكة بتواتر فصلي في وضع ميزانها المائي. وسوف نتعرض في دراستنا بالتفصيل إلى تحديد خصائص الميزان المائي للأراضي الجبلية في منطقة عسير الجبلية.
- أشار الوليعي (١٩٨٨م) إلى أن هناك تغيرات مناخية مهمة صاحبت تواتر الفترات الجافة والفترات الممطرة في شبه الجزيرة العربية التي تمثل امتداداً جيولوجياً طبيعياً لأراضي الساحل الأفريقي في الغرب. وتعتبر الفترة المناخية الجافة الحالية آخر الفترات المناخية التي شهدتها هذه المناطق خلال الزمن الرابع. وسوف نعطي ملامح الفترة المناخية اعتماداً على البيانات المتاحة ما بين سنة ١٩٧٠م إلى ١٩٩٧م في الأراضي الجبلية التي يفوق ارتفاعها ٨٠٠ م بمنطقة عسير. وتساعدنا مجموعة هذه الدراسات عند تناول الهدف الأول الثاني.
- حاول الجراش (١٩٨٩م) الكشف عن الأبعاد المكانية للتفاوت في مستوى درجتي الحرارة القصوى والدنيا في المملكة من خلال تحليل المتوسطات الشهرية وعلاقتها بالعوامل الجغرافية خط العرض ــ خط الطول ــ الارتفاع.
- قامت حبيب (١٩٨٩م) بحساب الموازنة المائية حسب معادلة ثورنثوايت لمعرفة العجز المائي والفائض المائي للمحطات خلال أشهر السنة، واستنتجت أن محطتي النماص وبللحمر تتمتعان بفائض مائي خلال فصلي الربيع وأوائل فصل الشتاء، وأن هناك استنزافاً لرطوبة التربة وعجزاً مائياً خلال باقي أشهر السنة. أما محطة أبها فهي تتمتع جزئياً بفائض مائي خلال أوائل فصل الربيع وتتعرض لعجز مائي خلال باقي أشهر السنة. وتعد محطة بيشة نموذجاً لمحطة تتعرض لعجز مائي طوال أشهر السنة، وتمت مقارنة أخرى لحساب الموازنة المائية كما وردت في وثيقة خطة التنمية الثالثة المعدة بمعرفة وزارة التخطيط بالمملكة، التي تشرح الموازنة المائية في المنطقة الجنوبية الغربية من خلال قياس حجم الطلب على المياه للاستخدامات المختلفة في مقابل الموارد المائيـــة المتاحـــة.
- تناول الغشيان (١٩٩٠م) في دراسته طرق قياس التبخر وتقديره بواسطة المعادلات لتجريبية لكل من (بنمان، ثورنثويت وبليني وكريدل) ومعرفة خصائص التبخر على

المستوى الشهري والفصلي، مع مقارنة تلك القيم بين قراءات الحوض (أ) وكميات التبخر المحسوبة بالمعادلات الرياضية لمعرفة الميزانية المائية لبعض المحطات المختارة في المملكة العربية السعودية.

- أشار الجراش (١٩٩١م) إلى علاقة الارتباط المتعدد المتدرج للعوامل الجغرافية خط العرض ــ خط الطول ــ الارتفاع. وأثرها على متوسطات درجات الحرارة الشهرية في المملكة، وتوصل إلى أن هناك عوامل أخرى تتحكم في التفاوت المكاني لمتوسط درجة الحرارة الشهرية.
- قدم الجراش (١٩٩٢م) أنموذجاً لتقدير المتوسط الشهري لكمية التبخر في المملكة في أي موقع جغرافي ويرتكز النموذج على التحوير اللوغارتمي للمتوسطات الشهرية لقياسات كمية التبخر وتحليل علاقة الارتباط لعنصر التبخر بعنصري الحرارة والرطوبة ولغرض المقارنة تم تطبيق أنموذجي (بنمان وايفانوف) على نفس المواقع وتمخضت مقارنة نتائج النماذج الثلاثة بالقياسات الفعلية وببعضها البعض عن أنه من غير المناسب تطبيق أنموذج (بنمان) على بيئة دافئة حارة لأنه أفرز نتائج متطرفة للغاية لشهور الفترة الحارة من السنة. وأن الفرق بين القيم المقاسة والمقدرة بتطبيق أنموذجي (ايفانوف) والأنموذج المقترح هي فروق قليلة نسبياً، كما أن مسيرة القيم المقدرة هي أفضل توازناً على مدار السنة.
- تناول مصلح (١٩٩٣م) في دراسته خصائص التبخر في جنوب غربي المملكة على المستوى السنوي والفصلي والشهري، وتعرض إلى أثر بعض العناصر المناخية (الحرارة ــ عدد ساعات سطوع الشمس ــ الرطوبة النسبية ــ سرعة الرياح) وبعض العوامل الجغرافية (الارتفاع ــ البعد عن البحر الأحمر ــ موقع المكان بالنسبة لدوائر العرض) على معدلات تبخر الحوض ومقارنة التبخر/نتح لكل من معادلة (ثورنثويت وبليني وكريدل) المستخدمة في تقدير حسابات التبخـــر/نتـــح بالطـــرق الرياضـــية.
- توصل الطاهــر (١٩٩٦م) إلى بناء ثماني معادلات تجريبية صالحة لتقدير التبخر الشهري في ثماني مناطق بالمملكة بناء على النتائج الإحصائية لمعادلة الانحدار المتعدد من خلال أثر كل من درجات الحرارة والإشعاع الشمسي والرطوبة النسبية وسرعة الرياح الشهرية على قيم التبخر.
- أشارت وزارة التخطيط (١٤٢٠-١٤٢٥هـ) في إطار وثيقة خطة التنمية السابعة فيما يتعلق بتنمية الموارد الطبيعية بأن المملكة استكملت سد خادم الحرمين الشريفين في بيشة بمنطقة عسير بسعة تخزينية قدرها (٣٢٥) مليون م^3، كما أوردت جدولاً عن ميزان المياه الوطني للمملكة في الفترة من ١٤١٩/١٤٢٠هـ - ١٤٢٤/١٤٢٥هـ، يوضح الطلب

على المياه للأغراض المختلفة في مقابل الموارد المائية المتاحة. وتساعدنا مجموعة هذه الدراسات في تناول الهدف الرابع، لتحديد الموارد المائية السطحية وحجم الجريان السطحي في الشبكة المائية ومدى إمكانية إقامة مشاريع تخزين للمياه الجارية (السدود، الحواجز) للحيلولة دون جريانها وقبل تسربها نهائياً في التكوينات الرسوبية بالأحواض الداخلية.

٢. **الدراسات المتعلقة بالأمطار في منطقة عسير.**

وهي أكثر المواضيع في الدراسات المناخية التي اعتمدت على تحليل عنصر الأمطار في منطقة عسير. وأسهمت هذه الدراسات في تناول الهدف الأول والثالث، وتتضمن التالي :

- أوضح عزيز (١٩٧٢م) والكليب (١٩٨٢م) التباين المكاني والتوزيع الجغرافي مع العوامل المؤثرة في التغيرات السنوية والفصـــلية للأمطار. ودلت هذه الدراسة على وجود تأثيرات كبيرة لكل من اختلاف الارتفاعات، وتنوع الكتل الهوائية الرطبة، ومنخفض البحر المتوسط، والرياح الموسمية الجنوبية الغربية الممطرة.
- قام Mander, (1976) بدراسة بعض المؤشرات الدالة على خصائص سقوط الأمطار في الجنوب الغربي من المملكة العربية السعودية ومقارنتها بخصائص أمطار بعض الأقاليم المناخية الأخرى في العالم.
- تناول Al-Blehed, (1979 / 1986) بشكل عام دراسة خصائص تغيرات الأمطار في المملكة العربية السعودية كالتوزيع والتذبذب في الزمان والمكان وأثرهما على الوضعين الاقتصادي والاجتماعي خاصة في المناطق التي تتميز بغزارة الأمطار كالجنوب الغربي، كما بيَن أهمية المياه للتجمعات الريفية والزراعية والمراكز الحضرية. ولقد أشارت هذه الدراسات إلى ارتفاع معدلات الأمطار الشهرية والسنوية بالمناطق المرتفعة (عسير) مع قلة تذبذبها في الزمن.
- تعـرض كـل مـــن : الشـــريف (١٩٧٦م) والجـــــراش (١٩٨١، ١٩٨٣م) Al-Blehed, (1985), Al-Sayed, (1981), Al-Gurashi, (1981), Al-Ehaideb, (1985) والمغامس (١٩٨٩م) لدراسة خصائص أمطار منطقة الجنوب الغربي "مرتفعات عسير" وحددوا العوامل المكانية المؤثرة في توزيعات الأمطار الشهرية والفصلية والسنوية.
- أشار قربه (١٩٨٣م) إلى أهمية تضافر منخفض المتوسط الشرقي ومنخفض السودان على جنوب البحر الأحمر للقيام بتأثيرات جوية مشتركة على المنطقة الجنوبية الغربية للمملكة أثناء السنة المناخية المتوسطة. ولذا فإن أمطار الفيضانات والسيول التي تسقط على السلاسل الجبلية للسروات تنتج خلال فترات تضافر هذين المنخفضين الجويين على

منطقة جنوب غرب المملكة.

- تناولت حبيب (١٩٨٩م) في دراستها العوامل الطبيعية والمناخية المؤثرة في تغيرات الأمطار وفي قيمتها الفعلية في غرب المملكة. واستخلصت أن هناك اختلافاً في القيمة الفعلية للأمطار في المنطقة الجنوبية الغربية المرتفعة ، مقارنة مع المناطق الساحلية والمناطق الداخلية. كما دلت هذه الدراسة على تأثر القيمة الفعلية للأمطار بالتذبذب في المناطق الشمالية من غرب المملكة ، وبالوضع التضاريسي في المناطق الجنوبية الغربية. وقد ساعد هذا الوضع وطبيعة السطح المنحدرة بالمناطق الجنوبية الغربية على جريان المياه في السفوح نحو المناطق المنخفضة.
- توصل Al-yamani, (1993) إلى أن أقصى تركز لسقوط الأمطار يتواجد بالمرتفعات الجنوبية الغربية بالمملكة ، وحاول دراسة إمكانية الاستفادة منها في مختلف الأنشطة كالتخطيط الزراعي وإدارة مصادر المياه ومعرفة كميات التغذية الممكنة للتكـوينات المائية.
- أشار السيد (١٩٩٤م) إلى مدى ملاءمة تطبيق نموذج (ماركوف) للتنبؤ باحتمالات حدوث الفترات الممطرة بمحطتي ملاكي وقاع بني مالك في جنوب غرب المملكة. وأثبتت الدراسة وجود قيمة ارتباط كبيرة ذات دلالة إحصائية عالية بين كل من احتمالات حدوث الفترات الممطرة والفترات الجافة المرصودة واحتمالات الفترات النظرية لكل منهما.

٣. **الدراسات الجغرافية الحيوية في منطقة عسير.**

تتضمن مجموعة الدراسات التي تناولت العلاقات القائمة بين عناصر الغلاف الحيوي (النبات) والتربة في مناطق المملكة بصورة عامة مع التركيز على منطقة عسير الجبلية بالجنوب الغربي. وأسهمت هذه الدراسات في تناول الهدف الرابع، وتتضمن التالي :

- أصدرت وزارة الزراعة أطلساً للتربة (١٩٨٦م) اعتمدت في إعداده على (٢٢٦) خارطة بمقياس (١:٢٥٠٠٠٠) وفقاً للتصنيف الأمريكي الحديث، وقسـمت التربة في المملكة إلى (٤٩) وحدة خرائطية تغطي كامل مساحة المملكة بما فيها الأراضي الجبلية بعسير، وأمكن استخلاص (٨) وحدات ممثلة في عسير تنتمي إلى رتبتي التربـة الجافـة وحديثـة التكوين (غير المتطورة).
- حاول كل من : جبير (١٩٩٣م) والزغت وعقباوي (١٩٨٦م) تحديد الأقاليم الحيوية في شبه الجزيرة العربية للتعرف على أوجه التشابه المناخي ذات الأثر على تشكيلات الغطاء النباتي باستخدام طريقة (هولدرج) التي تعتمـد على ثلاثـة معاييـر (درجة الحرارة الحيوية، نسبة التبخر/ النتح الكامن، المعدل الكلي لكمية الأمطار السنوية). وتوصلت هذه

الدراسة إلى أن شبه الجزيرة العربية يقع تحت تأثير أنواع المناخ التالية بسبب اختلاف درجة الحرارة الحيوية : المناخ المداري والمناخ المعتدل الدافئ والمناخ المعتدل البارد والمناخ تحت المداري، وبالإضافة إلى هذه النطاقات المناخية الحيوية فإن أراضي المملكة تشتمل على أكثر من نطاق مناخي حيوي رطب ، وتنمو عليها عدة أشكال من التكوينات النباتية رغم أن الجفاف هو السمة السائدة في مناخها.

- تناولت عواري (١٩٩٧م) دراسة وتحليل الخصائص المورفولوجية للنبات الطبيعي لتحديد أثر العوامل الطبيعية المختلفة على توزيع وخصائص وسمات النبات الطبيعي، ورسم خريطة لتوزيع النباتات الطبيعة الرئيسة، كما استطاعت تقسيم نباتات المنطقة إلى أنماط نباتية وتقسيم المنطقة إلى أقاليم نباتية للتعرف على الظروف المناخية المختلفة ودورها في تحديد شكل الغطاء النباتي، وتناولت في الفصل الرابع دراسة تطبيقية لمعرفة أهم الأنواع النباتية الطبيعية الموجودة والمهددة بالانقراض داخل المحميات الطبيعية ورسم خريطة لها.
- اعتمد الموصلي (١٩٩٩م) في دراسته على المعطيات الواردة في خرائط التربة التي نشرتها وزارة الزراعة والمياه عام ١٩٨٤م، في إعادة رسم خريطة للمملكة بمقياس ١:٤ مليون، وقام بتصنيف ترب المملكة إلى ٤٦ وحدة موزعة على (٥) زمرات تبعاً لدرجة تحللها الترببي تشمل زمرة الصبات البركانية (الحرات)، زمرة البروزات الصخرية، زمرة وحدات تربة الرتبة الفجة (العادية والطميية والرملية) ، زمرة وحدات ترب تحت الرتبة الجفافية العادية (الكلسية والطينية والجصية والملحية)، بالإضافة إلى زمرة مجموعات ترب الرتبة الشابة. واستكمالاً لهذا التصنيف فقد قام الباحث بشرح البيئات الزراعية بالمملكة تبعاً لقدراتها الإنتاجية وقابليتها للعمل الزراعي وحدد البيئات الزراعية الرعوية بالمملكة وبما يتفق مع الوحدات البيئية الرئيسة وتقسيماتها الفرعية المعروفة بالمملكة. وطبقاً لهذه الدراسة فقد اعتبرت منطقة عسير ضمن بيئة جبال السروات التي تتميز بتربة جفافية عادية كلسية/فجة طميية صحراوية مع بروزات صخرية شبه مستوية إلى منحدرة. وينظر إليها كبيئة زراعية من الرتبة الثانية إلى الثالثة وهي ذات إمكانات رعوية ضئيلة إلى جيدة.
- قدم Choudary (1999 / 2000) دراستين عن الغطاء النباتي الطبيعي في المملكة ووضح فيهما العائلات النباتية السائدة، كما قدم تصنيفاً نباتياً على أساس التجمعات النباتية في مناطق المملكة المختلفة بما فيها منطقة عسير الجبلية وعلاقة تلك التجمعات بالظروف الطبيعية والمناخية والتربة الســـائدة في كل منطقة.

٤. الدراسات النباتية في المملكة.

تناولت هذه الدراسات العناصر المناخية والعوامل الجغرافية والبيئية المؤثرة في الغطاء النباتي بالمملكة بصورة عامة وفي منطقة عسير بصورة خاصة. وأسهمت هذه الدراسات في تناول الهدف الخامس، وتتضمن التالي :

- تناول Migahid, (1978) في دراسته أنواع النباتات الطبيعية في المملكة العربية السعودية حسب توزيعها الجغرافي وقسم المملكة طبقاً لذلك إلى ثمانية أقاليم جغرافية نباتية تضم الإقليم الجنوبي الغربي الذي يغطي المنطقة الجبلية بعسير.
- قدمت Sheila, (1985) دليلاً توضيحياً مصوراً لأزهار المملكة العربية السعودية، ركزت فيه على أنواع الفصائل (العائلات) النباتية البذرية الزهرية وأماكن تواجدها وأهم خصائصها في منطقة عسير الجبلية وباقي مناطق المملكة الأخرى من واقع رحلاتها الميدانية.
- ذكر مركز البحوث الوطني للحياة الفطرية (١٩٩١م) بالطائف إمكانية استعادة الغطاء النباتي في بيئة السهل الرملية المستوية بالمملكة بعد حمايتها من الرعي وتعرضها للاستهلاك الحيواني، خاصة بعد هطول الأمطار المساعدة على نمو هذا الغطاء النباتي مقارنة بالمناطق التي تعرض غطاؤها النباتي إلى الرعي المفرط ، مما أدى إلى تناقص أنواع وأصناف وكثافة النباتات الحولية والموسمية.
- قدم كل من Millar, & Cope (1996) دراسة وضحا فيها أن شبه الجزيرة العربية تضم خمسة أقاليم طبوغرافية هي السهل الساحلي الغربي (التهامة)، جبال شمال عمان، غرب نجد، الهضبة العربية، بالإضافة إلى المناطق الجبلية في جنوب وغرب شبه الجزيرة العربية، وقسما المناطق الجبلية إلى منطقتين فرعيتين جبال الحجاز ومرتفعات عسير واليمن، وشرحا مرتفعات عسير كوحدة منفردة ذات خصائص نباتية مميزة تضم (١١) نطاقاً نباتياً حسب الارتفاعات عن سطح البحر وطبقاً لتواجد المجموعات النباتية السائدة في كل نطاق. ولاحظا أن التجمعات النباتية Community في الارتفاعات التي تزيد عن (٨٠٠) م، حتى (١٦٠٠) م فوق مستوى سطح البحر هي تجمعات لنباتات الأكاسيات المتواجدة في غابات جافة غير دائمة، وأن تجمعات النباتات في الارتفاعات (١٦٠٠-٢٠٠٠) م فوق مستوى سطح البحر تضم شجيرات صلبة من النباتات مثل العتم البري، أما التجمعات النباتية للارتفاعات التي تزيد عن (٢٠٠٠) م فوق مستوى سطح البحر فهي غابات كثيفة دائمة الخضرة يميزها نبات العرعر.
- درس النافع (١٩٩٨م) أسس تقسيم الأقاليم الجغرافية النباتية على مستوى العالم واستخلص أن شبه الجزيرة العربية يقع ضمن إقليمين أساسيين هما إقليم الصحراء الإفريقية

العربية/السندية، والإقليم السوداني /الزمبيزي، وشرح الضوابط البيئية والصفات الفلورية لكل إقليم ومن ثم ناقش قضية الحدود بين الإقليمين واستنتج أن الأجزاء الجنوبية والجنوبية الغربية من شبه الجزيرة العربية تدخل ضمن المملكة النباتية المدارية القديمة حيث يوجد في هذه المناطق العديد من الأنواع النباتية التي تسود في المناطق المدارية في جنوب آسيا ومعظم قارة أفريقيا، وتنتمي إلى الفصائل المدارية مثل الأقانثية Acanthaceae، واليقطينية Cucurbisparate، والفربونية Euphorbiaceae.

- قام Vesey-fitzgerald, (1999) ببعض الدراسات عن الجغرافيا النباتية لشبه الجزيرة العربية شرح فيها بصورة عامة الغطاء النباتي لمنطقة الجبال لساحل البحر الأحمر جنوب مدينة جدة. وأشار إلى أن أشجار العرعر تكسو قمم الجبال وأن من أوراقها الخضراء الداكنة أخذ نطاق تقسيم المياه الاسم الشائع الحزام الأخضر وأن غابات العرعر Juniperus procera في جبل السودة في عسير تغطي المنحدرات التي تتناثر عليها الصخور الجلمودية وهي أكثر كثافة على حافة الجرف، وهي أشجار عالية تكون عادة مزدانة بالأشنات وتشكل الأعشاب الخشبية (القابور Euryops arabicus والثميد Themeda triandra) والحشائش طبقة سفلية مفتوحة في غابات العرعر.
- أجرى النافع (٢٠٠٠م) دراسة عن النباتات المحتطبة في المملكة وصنف الأنواع النباتية المستخدمة كحطب ضمن مجموعتين للأشجار وتشمل السمر Acacia laeta والقرظ Acacia etbaica والسلم Acacia ehrebergiana وهي أنواع معروفة في منطقة عسير. أما المجموعة الثانية فهي تضم الجنبات وتطلق على النباتات المعمرة القليلة الارتفاع ذات السوق والفروع المخشوشبة وهي نباتات تنمو في البيئة الحارة وغير معروفة في عسير. وأشارت الدراسة إلى أن هناك أنواعاً نباتية ثانوية أخرى تستخدم في عسير للتحطيب منها العسق Acaia Asak والعرعر Juriper والعتم Olea europaea والشوحط Grewia tenax، كما أشارت الدراسة إلى أهمية الحفاظ على الغطاء النباتي وضرورة وضع استراتيجية لإحياء الأنواع النباتية المحطبة في المناطق المتدهورة.

أما بالنسبة للدراسات النباتية التي كانت على مستوى منطقة عسير فهي كالتالي :

- حدد Abul Fatih, (1979) نوعين للغطاء النباتي لمناطق منتزه السودة والجرة والقرعاء حول مدينتي أبها وخميس مشيط هما نبات العرعر juniper ونبات الطلح Acacia spp. اللذان يختلفان من حيث عمرهما نظراً للتفاوت في أهمية استعمال أخشاب هذه النباتات من قبل سكان المناطق المذكورة.

- قام Abul Fatih (1981) بدراسة تطبيقية لأنواع من النباتات البرية التي تنمو في منطقة أبها وما جاورها بالاعتماد على عدد من العينات للأشجار والشجيرات والأعشاب البرية المهمة ، كما قام بتقديم قائمة بأسماء مجموعتين من النباتات المدروسة هما (نباتات مرتفعات عسير، نباتات المنحدرات الغربية).
- توصل Abul Fatih (1981) إلى ثلاث مجموعات من النباتات التي تمت دراستها في منتزه دلغان الوطني بمنطقة عسير الذي أنشئ عام ١٩٧٩ وهي (نباتات بيئة التلال الصحراوية، نباتات الأراضي المنبسطة، نباتات بيئة الوادي). وقد تم أيضاً تحديد نظام توزيع الغطاء النباتي والتضاريس الأرضية وأنواع التربة وطبيعة المناخ للمنطقة بعد أن تم منع الماشية من الدخول والوصول لنباتات المنتزه.
- قام كل من : Ken, (1994) Fukuja, (1996) Takao, (1995) Shunji, (1995) بدراسة ظاهرة التراجع القمعي لغابات العرعر في وادي ريـــدة (محمية ريدة) بمنطقة عسير. وقد أرجعوا الأسباب المحتملة لهذه الظاهرة إلى الضغوط البيئية والمناخية وأهمها (اختلاف درجات الحرارة، نقص المياه تحت تأثير الجفاف الدوري، الرعي الجائر الممارس على سطح التربة المهدد بالانجراف، ظاهرة الجفاف الحالي والمستمر، الضغوط البيولوجية، تنوع طبوغرافية المنطقة).
- تناول Al-Farhan, (1997) دراسة حالة تدهور الغطاء النباتي من خلال أنواع النباتات المعرضة للخطر والتقهقر في أراضي المملكة العربية السعودية، وتطرق للوضع السائد حالياً في جبال السروات والحجاز وأراضي المناطق الشمالية والوسطى ومدى تأثير التنمية الاجتماعية والاقتصادية على هذا الوضع. وأظهر أن هناك تحولات شهدها الغطاء النباتي، نتيجة تحول أو تقهقر الأراضي البكر (الطبيعية) إلى أراض سكنية وزراعية، كما يرتـــبط هذا التقهقر جزئياً في السنوات الأخيرة بالجفاف المســـتمر الذي صاحبته ممارسات جائرة في استخدام الأرض، مما أدى إلى اختلال التوازن البيئي في ظروف جوية شبه جافة ومحدودة الرطوبة أدت إلى عرقلة نمو النبـــات بصـــورة طبيعيـــة.

٥. نتائج التحليلات المكتبية الخاصة بالدراسات السابقة.

يتضـــح من خلال الدراسات الطبيعية والمناخية السابقة أن منطقة الدراسة تنفرد بخصائص جعلت منها منطقة تمثل وحدة جغرافية متميزة عن بقية المناطق التضاريسية بالمملكة العربية السعودية من حيث كونها :

- وحدة تضاريسية تتميز بطبوغرافية يغلب عليها الطابع الجبلي.

- تمثل سلسلة جبلية تزيد من حيث الحجم والامتداد والمساحة عن مثيلاتها من السلاسل الجبلية في بقية مناطق المملكة.
- ذات موقع جغرافي مجاور لمسطحات مائية معروفة جعلها تتأثر بالتيارات البحرية.
- تمتاز أراضيها بارتفاعات عالية جعلتها تتأثر باستمرار بالتيارات والاضطرابات الجوية القادمة من عدة مناطق جغرافية متباينة.
- تبلور خصائص مناخية جعلتها من أكثر المناطق تنوعاً من حيث درجة الحرارة ونسبة الرطوبة وكمية الأمطار.
- تحقق أكثر من فصل مميز للأمطار هما فصلا الشتاء والصيف تحت تأثيرات الاضطرابات الجوية الموسمية والتضاريس، وفصل الربيع تحت تأثيرات العواصف الرعدية التي تتردد فيه بكثرة الأمطار السيلية.

ولذا فإن الدراسات السابقة أبرزت بعضاً من هذه الخصائص المناخية مع التركيز، بشكل واضح، على دراسة الأمطار. وقد بينت ما يلي :

- أن منطقة عسير الجبلية تتمتع بأكبر المعدلات السنوية للأمطار.
- أن الأمطار السنوية تتميز بتغيرات زمنية وتباينات مكانية منتظمة.
- أن التغيرات السنوية للأمطار تتأثر من حيث توزيعاتها بطبيعة المنطقة التضاريسية وبطبيعة الظروف المناخية المحلية.
- تتأثـــــر توزيعـــــات الأمطار بأكثر من كتلة هوائية في فصلي الشتاء والربيع.
- تتأثر توزيعات الأمطار بالرياح والاضطرابات الجوية الموسمية في فصل الصيف المتميز بارتفاع تردد العواصف الرعدية المحلية.
- أن هناك فاعلية موسمية للرياح الجنوبية الغربية التي كثيراً ما ترتبط تأثيراتها بتأثيرات المنخفض الجوي السوداني والتغيرات التي تلازمه في طبقات الجو العليا وتأثيرات التضاريس التي عادة ما تؤدي خلال فصل الصيف إلى تساقط الأمطار الرعدية.
- أن هناك تأثيراً جوياً للمنخفض الجوي للبحر المتوسط الذي كثيراً ما تتصادف تأثيراته مع تأثيرات المنخفض الجوي السوداني، مما يؤدي إلى تساقط أمطار في فصل الربيع.

غير أن هذه الدراسات يؤخذ عليها التالي :

- تفتقر هذه الدراسات إلى استخدام الأساليب الإحصائية الحديثة كالبرامج الآلية ونماذج المحاكاة التي تسمح باستنباط واستكمال العناصر المجهولة في النظام من العناصر المعروفة والتي يمكن تطبيقها في حالات مشابهة.

- تناولت أغلب الدراسات السابقة عن الأمطار العلاقة بين التغيرات الزمنية والتوزيع السنوي للأمطار دون الأخذ في الحسبان هذه التغيرات الزمنية مع التوزيع الفصلي والشهري للأمطار.
- أن كثيراً من هذه الدراسات المناخية لمنطقة عسير الجبلية جاء على شكل مقالات وبحوث علمية وذات اهتمام بعناصر معينة باستثناء البعض منها.
- تناولت هذه الدراسات في معظمها دراسة علاقة الارتباط بين متغيرين مناخيين في منطقة الدراسة ولم تتعرض بالتفصيل إلى إعطاء تصور جغرافي للعناصر الطبيعية الأخرى بمنطقة عسير الجبلية.
- أن هذه الدراسات لم تعط فكرة واضحة عن طبيعة ونوعية التباينات المناخية المدروسة.
- أن هذه الدراسات اعتمدت على سلاسل زمنية قصيرة لا يتعدى متوسط فتراتها ١٠ سنوات وتنتهي في عام ١٩٨٠م تقريباً وهي بحاجة إلى تحديث السلاسل الزمنية.
- أن هذه السلاسل الزمنية تحتوي على بيانات مناخية متداخلة في تواريخها، حيث لا توجد سلاسل زمنية مشتركة مع السلسلة الزمنية المدروسة في هذه الدراسة، والتي تمتد من بداية ١٩٧٠م إلى ١٩٩٧م، وهي تمثل بيانات حديثة ومتصلة لدورة مناخية شبه كاملة تقريباً.
- إن طبيعة السلاسل الزمنية القصيرة التي اعتمدتها معظم الدراسات السابقة لا تسهل مقارنة نتائجها مع النتائج التي تهدف إليها هذه الدراسة.
- لا تعطي نتائج الدراسات السابقة فكرة واضحة عن طبيعة المتغيرات المدروسة ونمط التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار وهي بذلك تعد نتائج جزئية للمتغيرات المدروسة.
- لم تعط هذه الدراسات خلاصة متكاملة لمجموع العوامل الطبيعية والمناخية المؤثرة على توزيع الأمطار في منطقة عسير الجبلية.

بالإضافة إلى هذا فإن مجموع الدراسات النباتية والتربة السابقة أشارت إلى :

- أثر كميات الأمطار الساقطة على كثافة الغطاء النباتي في المنطقة الجنوبية الغربية.
- أثر نقص الأمطار في تصحر منطقة شبه الجزيرة العربية.
- تدخل الإنسان (بناء السدود والخزانات والحواجز ...) أدى إلى تغير في توزيع كميات مياه الجريان السطحي من منطقة لأخرى.
- دراسة لبعض خصائص الغطاء النباتي في مناطق محدودة المساحة تخضع لتدخل الإنسان (محميات، منتزهات ...).
- إن الخريطة العامة للتربة أنتجت على أساس وحدات خرائطية متماثلة تغطي المملكة

بالكامل، وأن منطقة عسير تقع في إطار (٨) وحدات خرائطية.

- إن التنوع للغطاء النباتي لا يخضع للامتداد الطبيعي للمستعمرات النباتية.
- أوضحت الدراسات أن حدود منطقة عسير الجبلية تعد إقليماً نباتياً جغرافياً مميزاً كأحد الأقاليم النباتية الجغرافية الثمانية في المملكة العربية السعودية.

ولذا فإن الدراسات السابقة للغطاء النباتي والتربة لم تتناول الجوانب التالية :

- أن أغلب هذه الدراسات لم تتطرق إلى العلاقة بين الأمطار وتوزيعات الغطاء النباتي.
- تأثيرات التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار في امتداد وتنوع الغطاء النباتي بالمنطقة الجبلية بعسير.
- دراسة العائلات النباتية السائدة في وحدات جغرافية طبيعية يمكن تمييزها.
- دراسة الحدود الصغرى والعظمى لكميات الأمطار الفصلية على الغطاء النباتي.
- دراسة العلاقة بين خصائص الغطاء النباتي والعناصر الطبيعية والعوامل الجغرافية المؤثرة في المنطقة الجبلية بعسير.
- دراسة دور العوامل الكمية والكيفية الهيدرولوجية المؤثرة في التربة والنبات في المنطقة الجبلية بعسير.
- معالجة الموازنة المائية في المنطقة الجبلية بعسير كوحدة جغرافية طبيعية.
- دراسة العلاقة بين المياه والتربة وتحديد الخواص والمميزات المائية لوحدات التربة وأثر ذلك على الغطاء النباتي.
- إمكانية عمل تصنيف جديد للمناطق النباتية المناخية يربط بين أنواع الغطاء النباتي والعناصر الطبيعية والعوامل الجغرافية يمكن تطبيقها في أماكن أخرى من المملكة.
- معالجة الموازنة المائية في منطقة عسير الجبلية من وجهة النظر الهيدرولوجية والمكانية.
- لم يسبق إعداد خرائط للتربة أو خرائط نباتية مناخية من حيث النوع والكثافة على مستوى المناطق الإدارية بالمملكة ومن ضمنها منطقة عسير.

رابعاً - تساؤلات البحث

تسعى الدراسة تحقيقاً لأهدافها للإجابة على التساؤلات التالية.

فيما يتعلق بالهدف الأول برزت عدة تساؤلات هي :

١. ما مدى مصداقية سلسلة البيانات للفترة الزمنية المدروسة في تمثيل الدورة المناخية ولاسيما نظام الأمطار بمنطقة عسير الجبلية ؟

٢. ما هي السمات الطبيعية التي تعكس طبيعة الأراضي الجبلية من الناحية الجيولوجية والجيومورفولوجية والهيدرولوجية والنباتية ؟
٣. هل يمكن معرفة السمات الطبيعية والمناخية العامة التي تحدد طبيعة الأراضي الجبلية في عسير في ضوء العوامل الجغرافية والديناميكية المؤثرة في المنطقة ؟

أما الهدف الثاني فقد ناقش عدة تساؤلات هي :

١. ما السمات المناخية الأساسية لمنطقة عسير ؟
٢. ما أفضل الطرق الإحصائية لمعالجة التغيرات الشهرية والفصلية والسنوية للعناصر المناخية الأخرى ؟ وهل يمكن معرفة هذه التغيرات بطرق بيانية وخرائطية ؟
٣. هل يمكن تقدير بعض معدلات العناصر المناخية (كالحرارة، الرطوبة، التبخر/النتح) غير المسجلة من واقع المعالجة الإحصائية التي تستخدم النماذج الرياضية المتاحة والبرامج والأساليب الإحصائية المتطورة ؟
٤. ما مدى جدوى هذه الطرق والأساليب الإحصائية المتطورة في الاستفادة منها في الدراسات الجغرافية الطبيعية التطبيقية للمساهمة في الدراسات العلمية لمنطقة عسير الجبلية ولباقي مناطق المملكة ؟

وبالنسبة للهدف الثالث فقد تناول عدة تساؤلات هي :

١. ما أفضل المؤشرات الإحصائية الدالة على طبيعة التغيرات الزمنية والمكانية لنظام الأمطار التي تساعد في تحديد كمية الموارد المائية المتجددة التي تعد المقوم الأساسي لتغذية الغطاء النباتي بالمياه ؟
٢. ما حدود تأثير كل عامل من العوامل الطبيعية المرتبطة بخصائص السطح في توزيع كميات الأمطار بمنطقة عسير الجبلية ؟
٣. ما أهمية العلاقات الممكنة بين تغيرات الأمطار السنوية والفصلية والشهرية والتباينات المكانية لخصائص السطح الطبيعية ؟
٤. ما التباينات المكانية لتوزيع كميات الأمطار الفعلية وأثر ذلك على الغطاء النباتي ؟

أما الهدف الرابع فقد تطرق لعدة تساؤلات هي :

١. ما كميات الأمطار الساقطة على الأحواض الرئيسة ؟ وما خواصها الهيدرولوجية من الناحية الكمية والكيفية في المنطقة الجبلية بعسير ؟
٢. ما أنواع أحواض التصريف السائدة في المنطقة الجبلية بعسير ؟
٣. هل يمكن تقدير عناصر الإمداد والفاقد المائي في معادلة التوازن المائي من واقع البيانات

المتاحة خلال فترة القياس ؟

٤. ما العلاقة بين الخواص الطبيعية لوحدات التربة والمميزات المائية لها ؟ وعلاقة ذلك بالتغيرات الهيدرولوجية والتباينات المكانية ؟

٥. هل يمكن صياغة علاقات بين الأمطار والتبخر/النتح وعلاقتها برطوبة التربة في إعداد أشكال بيانية مستنبطة من المعالجة الإحصائية للبيانات خلال فترة القياس ؟

وفيما يخص الهدف الخامس تناول عدة تساؤلات هي :

١. هل يمكن تقسيم منطقة عسير الجبلية إلى مناطق نباتية مناخية مميزة بالرغم من وجود اختلافات في نوعية التربة والظروف الهيدرولوجية والمناخية والتنوع النباتي ؟

٢. ما المعدلات الفعلية للأمطار المؤثرة في تحديد المناطق النباتية المناخية ؟

٣. ما التباينات المكانية الجيومورفولوجية والمناخية والهيدرولوجية الخاصة بكل منطقة نباتية مناخية ؟

٤. ما أنواع التربة في كل منطقة نباتية مناخية ؟

٥. ما أنواع النباتات الطبيعية السائدة في كل منطقة نباتية مناخية ؟

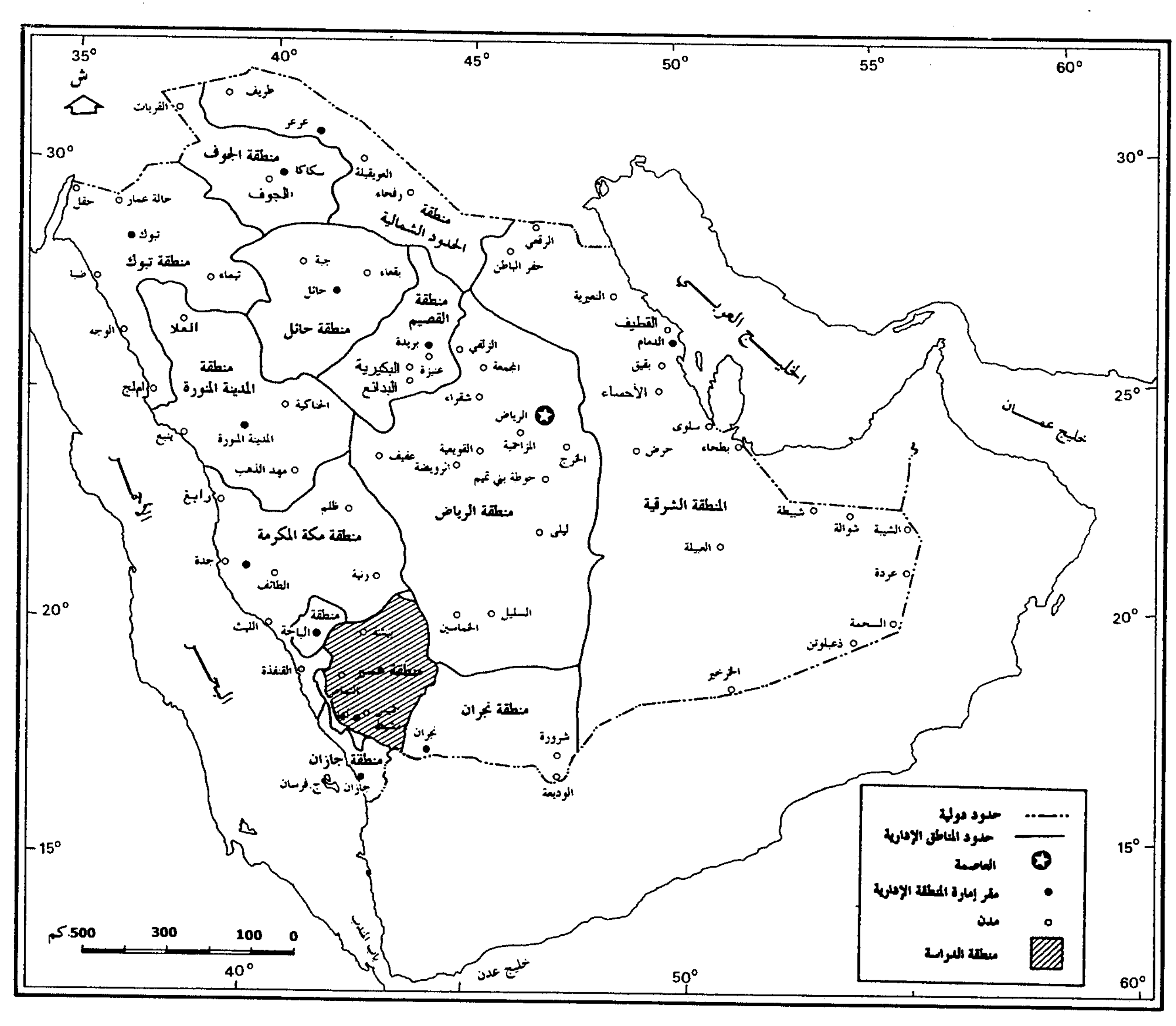
٦. ما الخصائص الطبيعية المميزة لكل منطقة نباتية مناخية وانعكاس ذلك على نوعية الغطاء النباتي وكثافته ؟

خامساً - منهج البحث وأساليبه

أ- منطقة الدراسة.

تقع منطقة الدراسة في الجزء الجنوبي من المملكة العربية السعودية بين خطي الطول ٢٥′ ٤١ْ و ٣٧′ ٤٤ْ شرقاً ودائرتي العرض ٢٥′ ١٧ْ و٥٧′ ٢٠ْ شمالاً. وتمتد لمسافة ٣٨٠ كم من الشمال الشرقي عن النقطة ″٦ ′٥٥ ٢٠ْ و″٤٤ ′٤٥ ٤٣ْ إلى الجنوب الشرقي عند النقطة ″٠٠ ′٢٣ ١٧ْ شمالاً و″٣٠ ′٤١ ٤٣ْ شرقاً شكل (١). ويحد منطقة عسير الإدارية من الشمال والشمال الغربي منطقتا مكة المكرمة والباحة ومن الشرق منطقة الرياض ومن الجنوب الشرقي منطقة نجران ومن الجنوب الغربي منطقة جازان وتحتوي منطقة عسير الإدارية على اثنتي عشرة محافظة أبها وخميس مشيط وأحد رفيدة والنماص وبلقرن والمجاردة ومحايل ورجال ألمع وسراة عبيدة وظهران الجنوب وتثليث وبيشة شكل (٢). وتتطابق حدود منطقة الدراسة على الحدود الإدارية لمنطقة عسير من الشمال والشمال الغربي ومن الشرق ومن الجنوب الشرقي في كل من منطقة مكة المكرمة والباحة والرياض ونجران على التوالي. أما الأجزاء التي خارج منطقة الدراسة فهي مرتبطة بخط كنتور (٨٠٠م) عن مستوى سطح البحر.

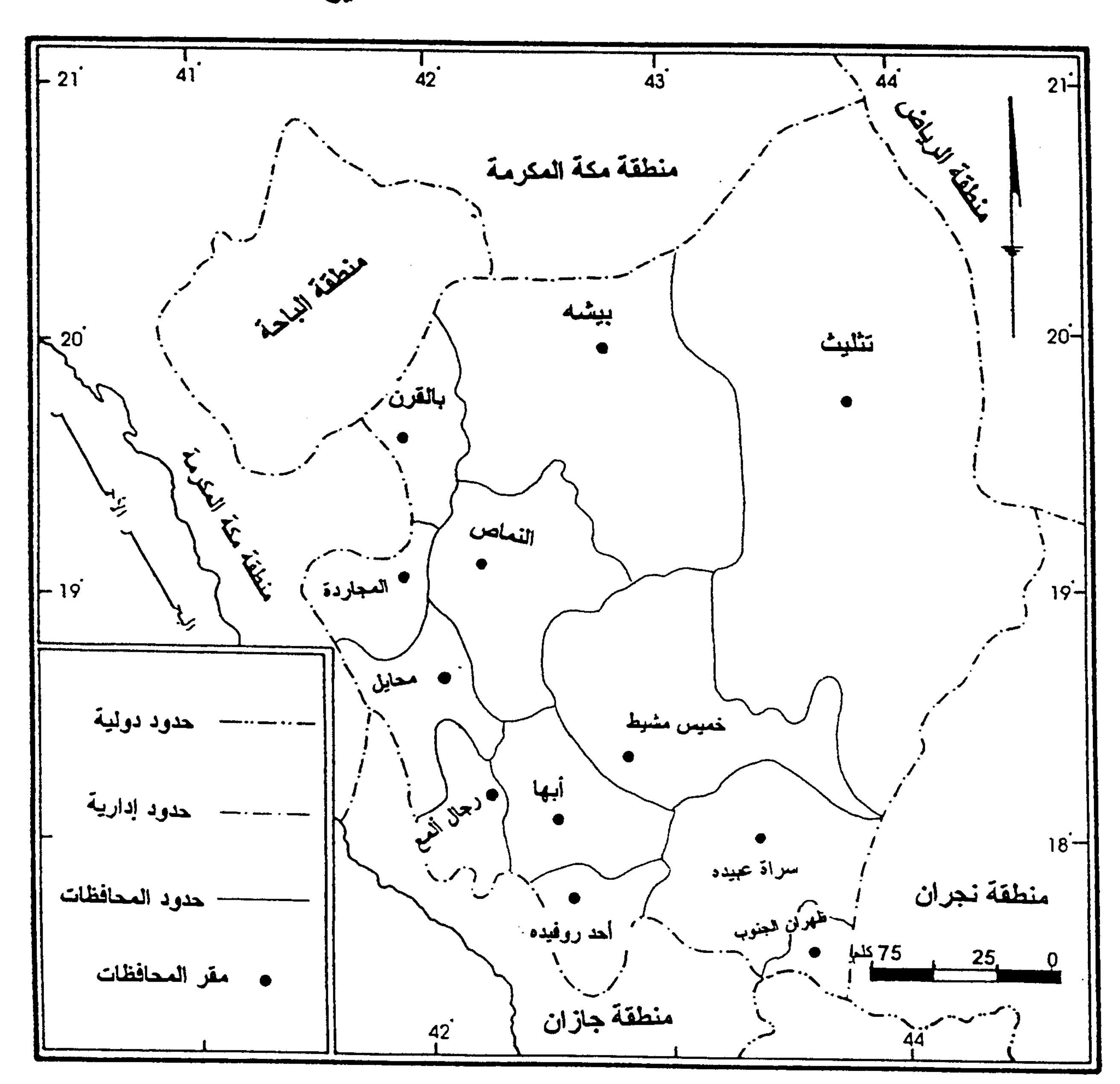
شكل (١)
موقع منطقة عسير ضمن مناطق المملكة الإدارية.



المصدر: أطلس المملكة العربية السعودية، وزارة التعليم العالي، 1999م.

شكل (٢)

محافظـــات منطقـة عســير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000, NE 38-1, NE 38-2, NE 38-5, NE 38-6, NE 38-10, NE 38-13 ، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م، وأطلس إمارة منطقة عسير، 1412هـ ، وزارة الداخلية .

وتغطي مســاحة منطقة الدراسة المحددة بالأراضي والتضاريس التي تزيد ارتفاعاتها على ٨٠٠ م فــوق مســتوى ســطح البحــر في سروات وهضبة منطقة عسير الحالية قرابة ٤ْ عرضية على شكل مضلع غير منتظم الشكل يحده في طرفه الغربي جزء من أهم ظاهرة تضاريسية في المملكة العربية الســعودية ألا وهي جبال السروات التي ترتفع إلى أكثر من ٣٠٠٠ م فوق مستوى سطح البحر (٣٢٣٣ م) عند جبل السودة في غرب أبها، وتغطي هذه السروات قرابة ٢٠٠٠ كم٢. أما في الطرف الشرقي لهذه المنطقة فتمتد الهضبة الداخلية التي ينحدر سطحها باتجاه الشرق وهي تعرف باسم هضبة عسير التي طورت فيها التعرية المائية شبكة من الروافد والوديان أهمها وادي بيشة ووادي تثليث اللذان يجريان على التوالي من الجنوب على السطح الشرقي لمرتفعات السروات إلى الشمال نحو مرتفعات الرف العربي الغربية.

وتقدر المساحة الكلية لمنطقة عسير الإدارية ٧٨,٣٠٠ كم٢ تمثل منها منطقة الدراسة حوالي ٧٠,٠٠٠ كم٢ وهو ما يعادل حوالي ٩٠% من المساحة الإجمالية لمنطقة عسير. وتعد هذه المنطقة من أكثر مناطق المملكة تبايناً من الناحية الطبوغرافية وتنوعاً من الناحية الطبيعية، مما جعلها تتميز بكميات أمطار تتراوح معدلاتها السنوية بين ٤٥٠ - ٥٠٠ مم وبتوزيع فصلي للتساقط ونظام حراري سنوي وفصلي مغاير لمثيله في بقية مناطق المملكة العربية السعودية، وترجع أسباب هذه الخصائص المناخية إلى تأثيرات الارتفاعات التي تتباين كثيراً من منطقة إلى أخرى، إضافة إلى تعرض هذه المنطقة إلى أنظمة جريان جوي عالية ومتنوعة من فصل لآخر يمكن أن تتلخص بتناوب تأثيرات المنخفض الجوي للبحر المتوسط في الشتاء والربيع والرياح الموسمية في الصيف وهي رياح تنتج عن تفاعل المنخفض الجوي السوداني في الجنوب الغربي مع المنخفض الجوي العربي الذي يتمركز في أواسط الجزيرة العربية خلال هذا الفصل.

ب- المحطات المختارة في المنطقة الجبلية بعسير.

اعتمدت هذه الدراسة المناخية على إحصاءات البيانات المناخية في سبع محطات تتوزع قياساتها بين كل من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وإحصاءات لبيانات قياس الأمطار في ٣٥ محطة قياس تابعة لوزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا جدول (١). وتمتاز المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار بسجل لقراءات البيانات لأطول فترة زمنية تمتد من ١٩٧٠م **إلى** ١٩٩٧م، وتمثل ٢٨ سنة شكل (٣).

جدول (١)

المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير

١٩٧٠ ـــ ١٩٩٧م

م	اسم المحطة	دائرة العرض	شمالاً°	خط الطول	شرقاً °	الارتفاع (م)	نوع المحطة
١	أبهـــــا	١٢'	١٨°	٢٩'	٤٢°	٢٢٠٠	مناخية
٢	أبوجنيـــة	٠١'	١٩°	٤٤'	٤٢°	١٦٥٠	قياس أمطار
٣	آدمـــــة	٤٥'	١٩°	٥٦'	٤١°	١٨٥٠	" "
٤	آل عامر	٠٦'	١٨°	٤٧'	٤٢°	٢٢٥٠	" "
٥	بني ثور	٣٨'	١٨°	٤١'	٤٢°	١٧٠٠	" "
٦	بني مالك	٢٣'	١٨°	٣٤'	٤٢°	١٩٨٠	" "
٧	بيشــــة	٠١'	٢٠°	٣٦'	٤٢°	١٠٢٠	مناخية
٨	بللسمر	٤٧'	١٨°	١٥'	٤٢°	٢٢٥٠	قياس أمطار
٩	تاجـــر	٣١'	١٨°	٣١'	٤٢°	٢٣٠٠	" "
١٠	تبالـــة	٠١'	٢٠°	١٤'	٤٢°	١٠٢٠	" "
١١	تثليث	٣٢'	١٩°	٣١'	٤٣°	٩٧٥	مناخية
١٢	تندحة	١٩'	١٨°	٤٥'	٤٢°	١٩٠٠	قياس أمطار
١٣	تمنية	٠٢'	١٨°	٤٥'	٤٢°	٢٣٠٠	" "
١٤	تنومة	٥٦'	١٨°	١٠'	٤٢°	٢١٠٠	" "
١٥	الجوف	١٤'	١٨°	١١'	٤٣°	٢٠٦٠	" "
١٦	الحرجة	٥٦'	١٧°	٢٢'	٤٣°	٢٣٥٠	" "
١٧	الحيفة	٥٢'	١٩°	٣٢'	٤٢°	١٠٩٠	" "
١٨	الحني	٢٥'	١٨°	٣١'	٤٢°	٢٠٨٠	" "
١٩	خميس مشيط	١٤'	١٨°	٣٩'	٤٢°	٢٠٩٥	مناخية
٢٠	خيبر الجنوب	٤٨'	١٨°	٥٣'	٤٢°	١٦٥٠	قياس أمطار
٢١	الزهـــراء	٢٥'	١٨°	٢٠'	٤٢°	٢٤٠٠	" "
٢٢	سراة عبيدة	١٠'	١٨°	٠٦'	٤٣°	٢٤٠٠	مناخية
٢٣	سر لعصان	١٥'	١٨°	٣٦'	٤٢°	٢١٠٠	"
٢٤	السودة	١٥'	١٨°	٢٢'	٤٢°	٢٨٢٠	قياس أمطار
٢٥	سبت العلايا	٣٢'	١٩°	٥٤'	٤١°	١٨٥٠	" "
٢٦	صبح بللحمر	٣٧'	١٨°	١٦'	٤٢°	٢٢٠٠	" "
٢٧	صمخ	٢٠'	١٩°	٤٨'	٤٢°	١٤٨٠	" "
٢٨	ظهران الجنوب	٤٠'	١٧°	٣٠'	٤٣°	٢٠٢٠	" "
٢٩	عبالـــة	٤١'	١٨°	١٥'	٤٢°	٢٤٨٠	" "
٣٠	علكم	١٦'	١٨°	٢٩'	٤٢°	٢٢٠٠	" "
٣١	الماوين	٣٦'	١٨°	٣٤'	٤٢°	٢١٥٠	" "
٣٢	م. بني عمرو	٢٨'	١٩°	٥٩'	٤١°	١٢٠٠	" "
٣٣	النماص	٠٩'	١٩°	٠٩'	٤٢°	٢٦٠٠	مناخية
٣٤	وادي ابن هشبل	٢٨'	١٨°	٤٢'	٤٢°	١٦٥٠	قياس أمطار
٣٥	يعـــرى	٤١'	١٨°	٥٩'	٤٢°	١٨٨٠	" "

* المصـــدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامةللأرصاد وحماية البيئة.

شكل (٣)
مواقع المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار.

1- أبها	19- خميس مشيط
2- أبوجنية	20- خيبر الجنوب
3- أدمة	21- الزهراء
4- آل عامر	22- سراة عبيدة
5- بني ثور	23- سر لعصان
6- بني مالك	24- السودة
7- بيشة	25- سبت العلايا
8- بللسمر	26- صبح بللحمر
9- تاجر	27- صمخ
10- تبالة	28- ظهران الجنوب
11- تثليث	29- عبالة
12- تندحة	30- علكم
13- تمنية	31- الماوين
14- تنومة	32- بني عمرو
15- الجوف	33- النماص
16- الحرجة	34- وادي هشبل
17- الحيفة	35- يعرى
18- الحني	

منطقة مكة المكرمة
منطقة الباحة
منطقة الرياض
منطقة نجران
منطقة جازان
اليمن

حدود دولية
حدود إدارية
حدود منطقة الدراسة
محطة قياس الأمطار
محطة مناخية

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000, NE 38-1, NE 38-2, NE 38-5, NE 38-6, NE 38-10, NE 38-13 ، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م، وأطلس إمارة منطقة عسير، 1412هـ ، وزارة الداخلية .

ج- تصنيف محطات المنطقة الجبلية بعسير.

تم تصنيف محطات منطقة الدراسة بالطرق التالية :

١. حسب نوع البيانات.

صنفت محطات القياس تبعاً لنوع التسجيلات المناخية إلى **المحطات المناخية ومحطات قياس أمطار.**

وروعي في اختيار هذه المحطات الأسس والاعتبارات التالية :

- موقع جميع محطات الدراسة البالغ عددها ٣٥ محطة منها ٧ محطات مناخية و٢٨ محطة لقياس الأمطار.
- احتواء هذه المحطات على قياسات متماثلة ومنتظمة ومشتركة خلال الفترة الزمنية التي تمتد من يناير عام ١٩٧٠م إلى ديسمبر ١٩٩٧م.
- تعكس مواقع المحطات المدروسة التباين بين سفوح المرتفعات بالمنطقة الجبلية بعسير من حيث كمية الأمطار.
- تعكس مواقع المحطات المدروسة التباين بين السفوح من حيث المواجهة للرياح والتيارات البحرية الرطبة.
- تعكس مواقع المحطات مدى تأثير العامل التضاريسي (الارتفاع) على تغيرات الأمطار والحرارة.
- تعكس مواقع المحطات مدى تأثير عامل البعد عن سطح البحر على تغيرات الأمطار والحرارة.
- احتواء هذه المحطات على قياسات للأمطار تمثل فترة زمنية تصل إلى ٢٨ سنة وهي فترة زمنية كافية لتمثيل دورة مناخية عادية تسمح بالتعرف على سمات نظام الأمطار بالمنطقة الجبلية بعسير.

٢. حسب الارتفاع عن مستوى سطح البحر.

صنفت المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار تبعاً لتباين خصائصها من حيث الارتفاع التضاريسي في شكل مجموعات متقاربة ومتجانسة تتوزع كالتالي :

١/٢ المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار التي يفوق ارتفاعها ٢٣٥٠ م، ويبلغ عددها **٦ محطات** ويتوزع أغلبها على **السفوح الشمالية والشرقية.**

٢/٢ محطـــات قياس الأمطار التي يتراوح ارتفاعها بين ٢٠٠٠ - ٢٣٥٠ م ويبلغ عددها **١٤ محطة** ويتوزع أغلبها على **السفوح الشمالية والشمالية الغربية.**

٣/٢ المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار التي تقع على ارتفاعات تتراوح بين ٢٠٠٠ -١٢٠٠م ويبلغ عددها **١١ محطة** ويتوزع أغلبها على **السفوح الشمالية.**

٤/٢ المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار التي تقع على ارتفاعات أقل من ١٢٠٠م ويبلغ عددها ٤ محطات ويتوزع أغلبها على السفوح الشمالية جدول (٢) وشكل (٤).

وتعد **محطة السودة** التي تقع على ارتفاع ٢٨٢٠ م أعلى محطات منطقة الدراسة **ومحطة تثليث** التي تقع على ارتفاع ٩٧٥ م أقل محطة بالمنطقة شكل (٥).

وتمثل العلاقة بين ارتفاع المحطات ومعدل الأمطار (المطلق والفعلي) السنوي تجانساً واضحاً من حيث التوزيع البياني للمحطات على شكلين (٦)، (٧) وجدول (٣).

ويتميز هذا التوزيع البياني بما يلي :

- تتوزع جميع المحطات المدروسة في ثلاث مجموعات رئيسة هي :

- المجموعة الأولى وهي عبارة عن ١٥ محطة يتراوح ارتفاعها بين ٢٨٢٠ م و ١٦٥٠ م، ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٤١٨,٣ مم/سنة و١٧٢,٣ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٥٣٤,٨مم/سنة و٢٣٥ مم/سنة.
- المجموعة الثانية وهي عبارة عن ١٥ محطة يتراوح ارتفاعها بين ٢٨٢٠ م و ١٤٨٠ م ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٢٠٥,٥ مم/سنة و ٥٤,٢ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٥١٣,٢ مم/سنة و ١٠٤,٦ مم/سنة.
- المجموعة الثالثة وهي عبارة عن ٥ محطات يتراوح ارتفاعها بين ١٢٠٠ م و ٩٧٥ م ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٢١٣,٥ مم/سنة و ٦٣,٥ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٢٥٦,٣ مم/سنة و ١٣٤,٤ مم/سنة.

٣. **حسب البعد عن البحر.**

تتوزع المحطات المدروسة في أربع مجموعات رئيسة حسب البعد عن البحر، وهي متقاربة فيما بينها حول خط الانحدار الذي يوضح معدل الأمطار (المطلق – الفعلي) السنوي والبعد عن البحر لعلاقة الارتباط بالشكل البياني الشكلان (٨)، (٩) وجدول (٣).

- المجموعة الأولى تضم ١٠ محطات وتبعد عن الساحل بمسافة تتراوح بين ١٤٥ كم و ٩٥ كم يتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٤١٨,٣ مم/سنة و٢٣٥,٥ مم/سنة، معدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٥٣٤,٨ مم/سنة و٣٥٧,٢ مم/سنة. ويظهر أثر عامل الارتفاع لهذه المجموعة أكثر من عامل البعد عن البحر في بعض المحطات كالنماص التي تبعد عن البحر بـ١١٣ كم وتقدر أمطارها المطلقة والفعلية السنوية على التوالي بـ ٤١٨,٣ مم/سنة و٤٧٤,٩ مم/سنة.

جدول (٢)

المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار حسب الارتفاعات في المنطقة الجبلية بعسير

أ- التي يزيد ارتفاعها على ٢٣٥٠ م

رقم المحطة	اسم المحطة	دائرة العرض	شمالاً°	خط الطول	شرقاً°	الارتفاع (م)	ملاحظات
١٦	الحرجة	٥٦′	١٧°	٢٢′	٤٣°	٢٣٥٠	قياس أمطار
٢١	الزهـراء	٢٥′	١٨°	٢٠′	٤٢°	٢٤٠٠	" "
٢٢	سراة عبيدة	١٠′	١٨°	٠٦′	٤٣°	٢٤٠٠	مناخية
٢٤	السودة	١٥′	١٨°	٢٢′	٤٢°	٢٨٢٠	قياس أمطار
٢٩	عبالـة	٤١′	١٨°	١٥′	٤٢°	٢٤٨٠	" "
٣٣	النماص	٠٩′	١٩°	٠٩′	٤٢°	٢٦٠٠	مناخية

تابع جدول (٢)

المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار حسب الارتفاعات في المنطقة الجبلية بعسير

ب- التي يتراوح ارتفاعها بين ٢٠٠٠ - ٢٣٥٠ م

رقم المحطة	اسم المحطة	دائرة العرض	شمالاً°	خط الطول	شرقاً°	الارتفاع (م)	ملاحظات
١	أبهـا	١٢′	١٨°	٢٩′	٤٢°	٢٢٠٠	مناخية
٤	آل عامر	٠٦′	١٨°	٤٧′	٤٢°	٢٢٥٠	قياس أمطار
٨	بللسمر	٤٧′	١٨°	١٥′	٤٢°	٢٢٥٠	" "
٩	تاجـر	٣١′	١٨°	٣١′	٤٢°	٢٣٠٠	" "
١٣	تمنية	٠٢′	١٨°	٤٥′	٤٢°	٢٣٠٠	" "
١٤	تنومة	٥٦′	١٨°	١٠′	٤٢°	٢١٠٠	" "
١٥	الجوف	١٤′	١٨°	١١′	٤٣°	٢٠٦٠	" "
١٨	الحني	٢٥′	١٨°	٣١′	٤٢°	٢٠٨٠	" "
١٩	خميس مشيط	١٤′	١٨°	٣٩′	٤٢°	٢٠٩٥	مناخية
٢٣	سر لعصان	١٥′	١٨°	٣٦′	٤٢°	٢١٠٠	مناخية
٢٦	صبح بللحمر	٣٧′	١٨°	١٦′	٤٢°	٢٢٠٠	" "
٢٨	ظهران الجنوب	٤٠′	١٧°	٣٠′	٤٣°	٢٠٢٠	" "
٣٠	علكم	١٦′	١٨°	٢٩′	٤٢°	٢٢٠٠	" "
٣١	الماوين	٣٦′	١٨°	٣٤′	٤٢°	٢١٥٠	" "

* المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

تابع جدول (٢)

محطات قياس الأمطار حسب الارتفاعات في المنطقة الجبلية بعسير

ج- التي يتراوح ارتفاعها بين ١٢٠٠ - ٢٠٠٠ م

رقم المحطة	اسم المحطة	دائرة العرض	شمالاً	خط الطول	شرقاً	الارتفاع (م)	ملاحظات
٢	أبوجنيـــة	٠١'	١٩°	٤٤'	٤٢°	١٦٥٠	قياس أمطار
٣	أدمـــــة	٤٥'	١٩°	٥٦'	٤١°	١٨٥٠	" "
٥	بني ثور	٣٨'	١٨°	٤١'	٤٢°	١٧٠٠	" "
٦	بني مالك	٢٣'	١٨°	٣٤'	٤٢°	١٩٨٠	" "
١٢	تندحة	١٩'	١٨°	٥٢'	٤٢°	١٩٠٠	" "
٢٠	خيبر الجنوب	٤٨'	١٨°	٥٣'	٤٢°	١٦٥٠	" "
٢٥	سبت العلايا	٣٢'	١٩°	٥٤'	٤١°	١٨٥٠	" "
٢٧	صمخ	٢٠'	١٩°	٤٨'	٤٢°	١٤٨٠	" "
٣٢	مركز بني عمرو	٢٨'	١٩°	٥٩'	٤١°	١٢٠٠	" "
٣٤	وادي ابن هشبل	٢٨'	١٨°	٤٢'	٤٢°	١٦٥٠	" "
٣٥	يعـــرى	٤١'	١٨°	٥٩'	٤٢°	١٨٨٠	" "

تابع جدول (٢)

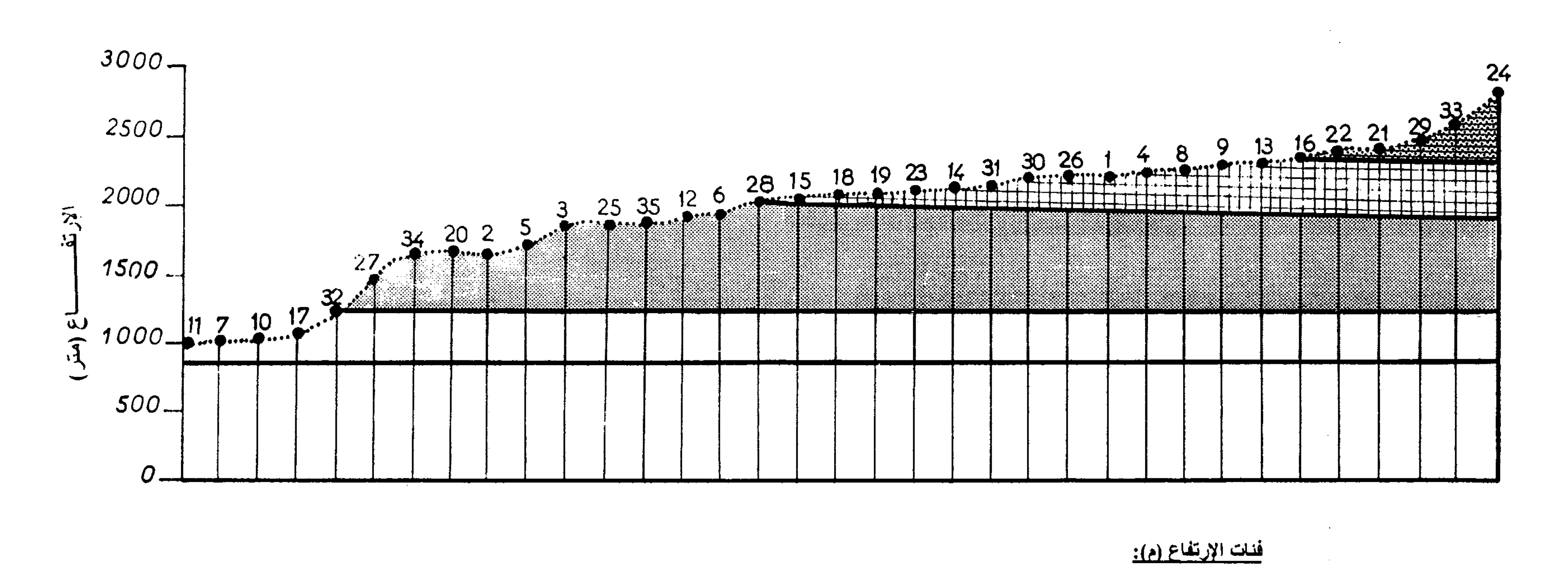
المحطات المناخية وقياس الأمطار حسب الارتفاعات في المنطقة الجبلية بعسير

د- التي يتراوح ارتفاعها بين ٨٠٠ ـــ ١٢٠٠م

م	اسم المحطة	دائرة العرض	شمالاً	خط الطول	شرقاً	الارتفاع (م)	ملاحظات
٧	بيشة	٠١'	٢٠°	٣٦'	٤٢°	١٠٢٠	مناخية
١٠	تبالة	٠١'	٢٠°	١٤'	٤٢°	١٠٢٠	قياس أمطار
١١	تثليث	32'	١٩°	٣١'	٤٣°	٩٧٥	مناخية
١٧	الحيفة	52'	١٩°	٣٢'	٤٢°	١٠٩٠	قياس أمطار

* المصـــدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامةللأرصاد وحماية البيئة.

شكل (٤)
المحطات المناخية حسب ارتفاعها بالأمتار عن مستوى سطح البحر.



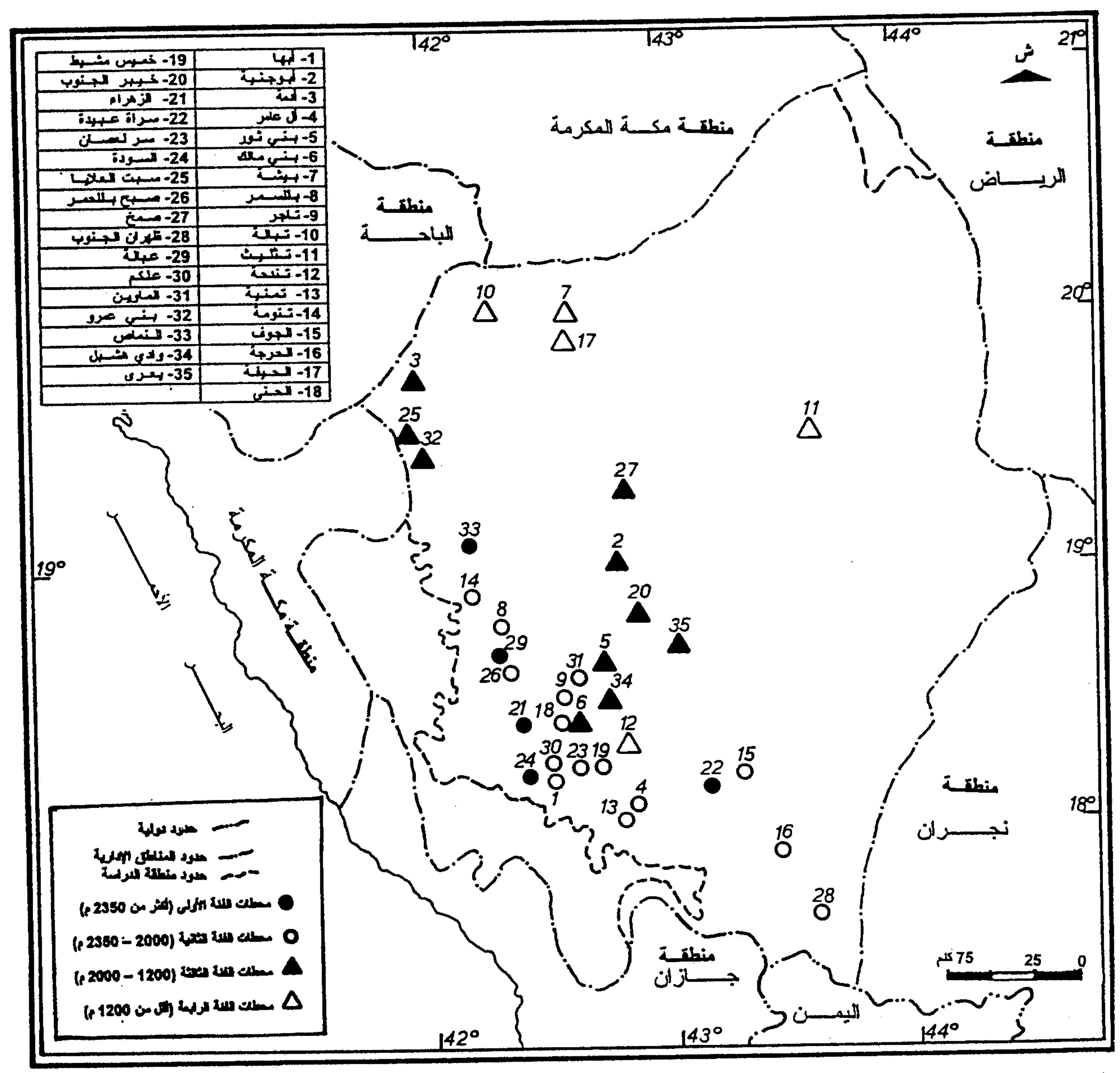
1- أبها	8- بللسمر	15- الجوف	22- سراة عبيدة	29- عبالة
2- أبوجنية	9- تاجر	16- الحرجة	23- سر لعصان	30- علكم
3- أدمة	10- تبالة	17- الحيفة	24- السودة	31- الماوين
4- آل عامر	11- تثليث	18- الحنى	25- سبت العلايا	32- بني عمرو
5- بني ثور	12- تندحة	19- خميس مشيط	26- صبح بللحمر	33- النماص
6- بني مالك	13- تمنية	20- خيبر الجنوب	27- صمخ	34- بني هشبل
7- بيشة	14- تنومة	21- الزهراء	28- ظهران الجنوب	35- يعرى

فئات الارتفاع (م):

- أكثر من 2350 م
- من 2000 إلى 2350 م
- من 1200 إلى 2000 م
- أقل من 1200 م

المصدر من اعداد الباحثة

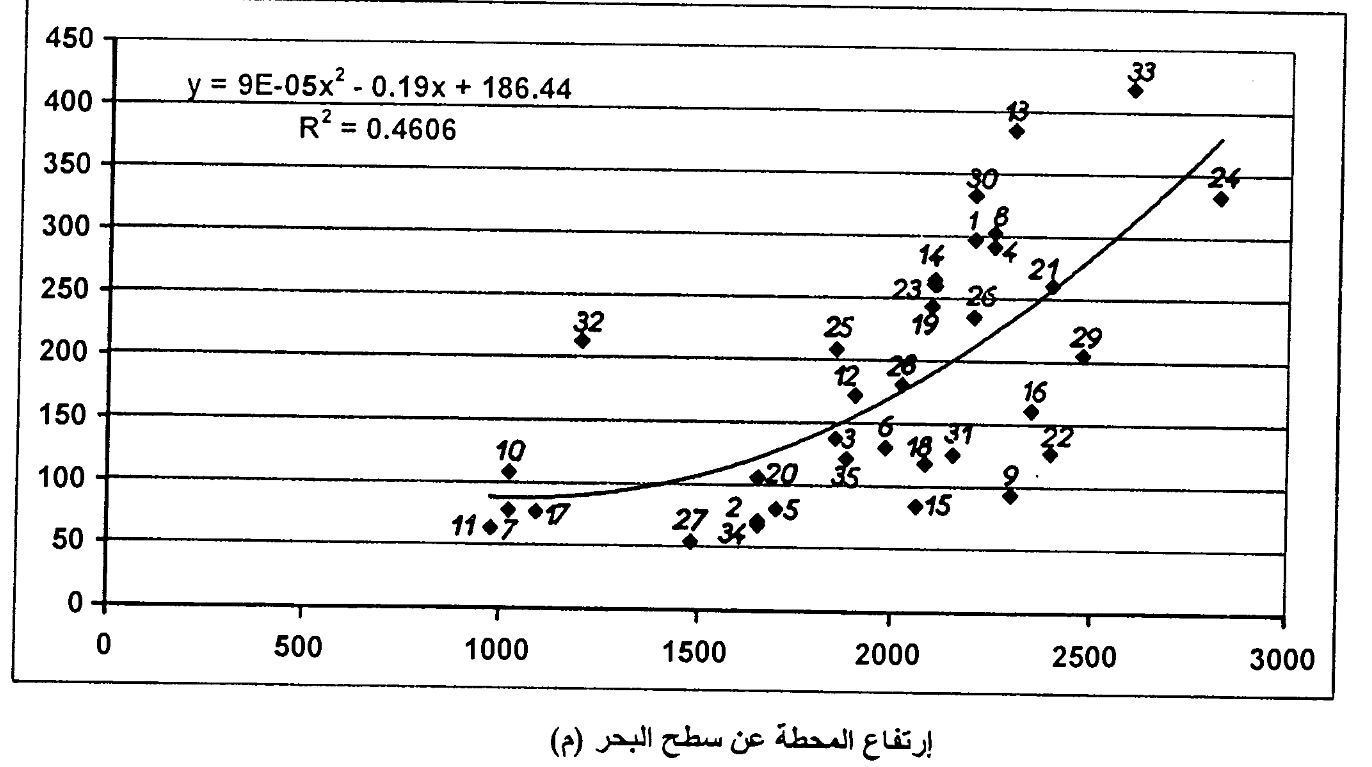
شكل (٥)
المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار حسب الارتفاع
في منطقة عسير الجبلية.

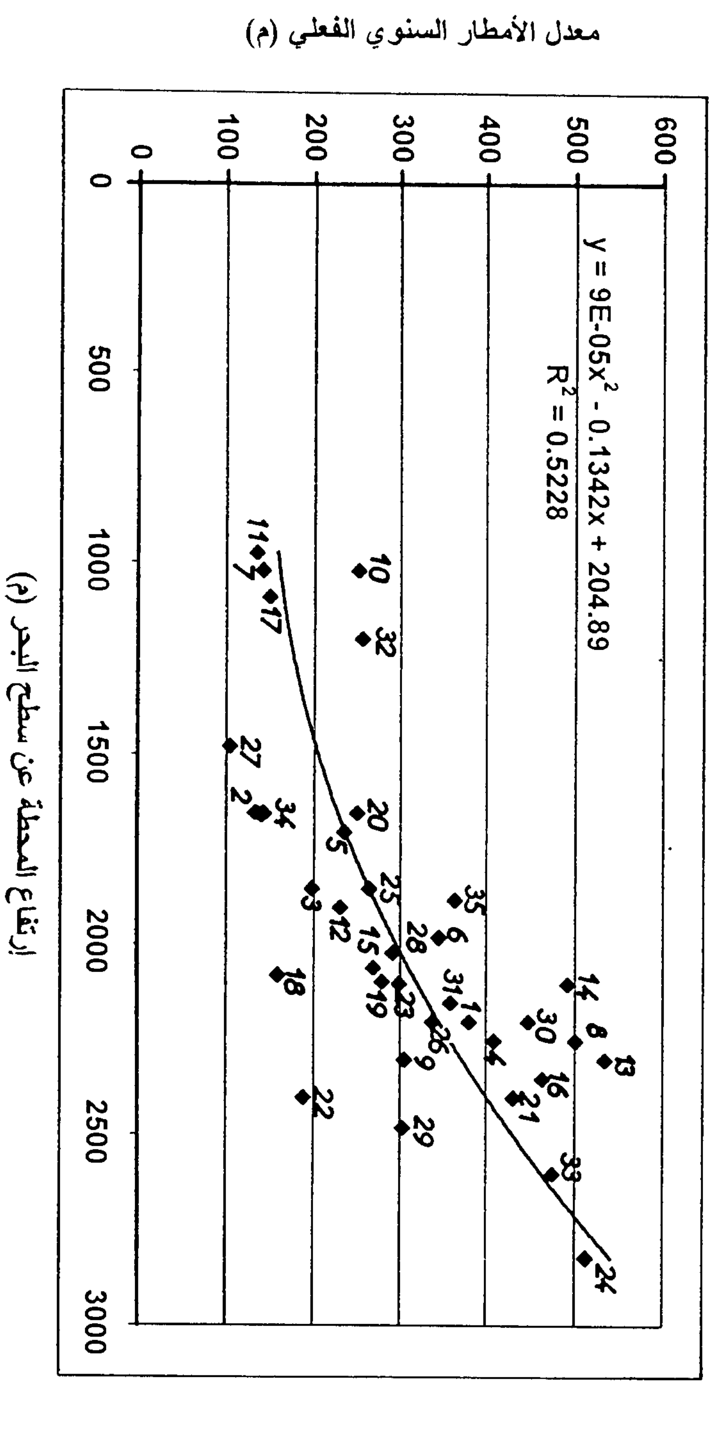


المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000, NE 38-1, NE 38-2, NE 38-5, NE 38-6, NE 38-10, NE 38-13 ، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م، وأطلس إمارة منطقة عسير، 1412هـ ، وزارة الداخلية .

شكل (٦)

العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق وارتفاع المحطات.





شكل (٧)
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي وارتفاع المحطات.

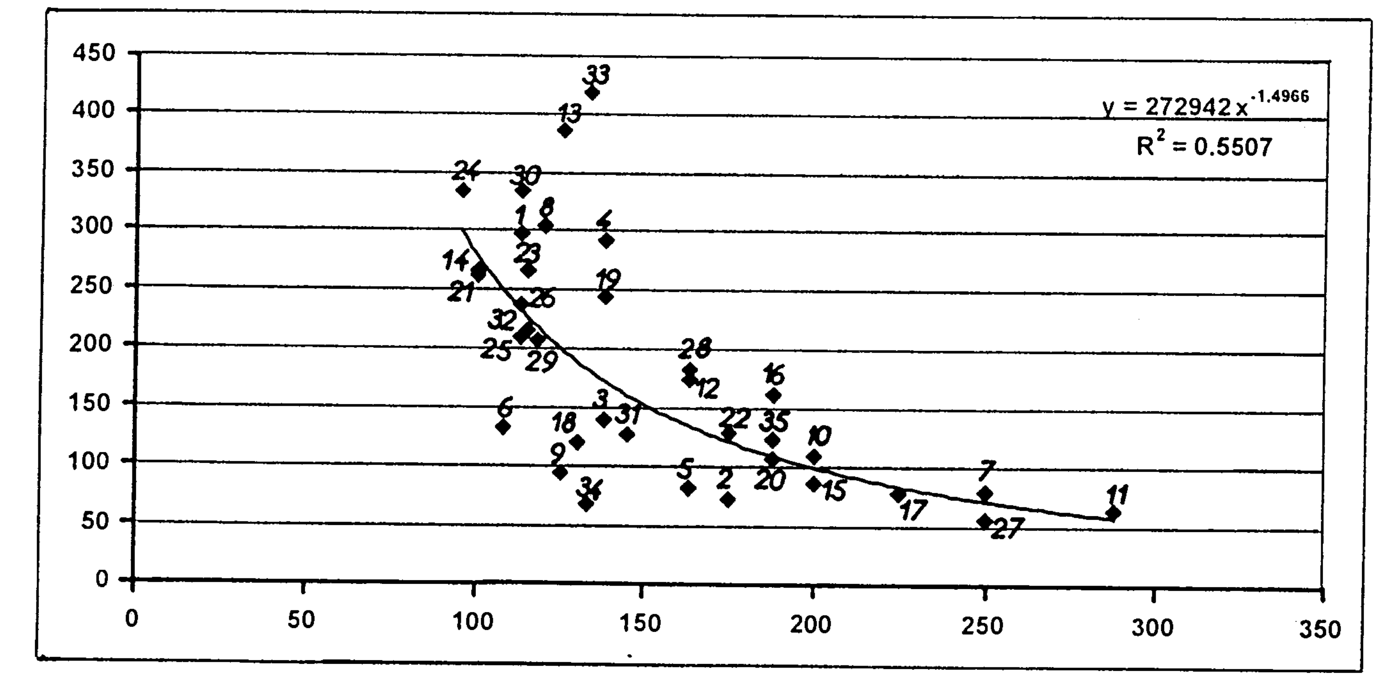
جدول (٣)
معدل الأمطار السنوية المطلقة ـ الفعلية
والارتفاع والبعد عن البحر في محطات المنطقة الجبلية بعسير
١٩٧٠ ـ ١٩٩٧م

م	اسم المحطة	الارتفاع (م)	البعد عن البحر (كم)	المعدل المطلق للأمطار (مم)	المعدل الفعلي للأمطار (مم)
١	أبها	٢٢٠٠	١١٣	٢٩٦,٨	٣٧٨,٧
٢	أبوجنبه	١٦٥٠	١٧٥	٧٠,٧	١٣٥,٠
٣	أدمه	١٨٥٠	١٣٨	١٣٨,١	١٩٨,٩
٤	آل عامر	٢٢٥٠	١٣٨	٢٩١,٣	٤٠٨,١
٥	بني ثور	١٧٠٠	١٦٣	٨٠,٩	٢٣٥,٠
٦	بني مالك	١٩٨٠	١٠٨	١٣١,٣	٣٤٤,٤
٧	بيشه	١٠٢٠	٢٥٠	٧٨,١	١٤١,٧
٨	بللسمر	٢٢٥٠	١٢٠	٣٠٢,٦	٥٠١,٦
٩	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	٩٣,٧	٣٠٤,٧
١٠	تبالة	١٠٢٠	٢٠٠	١٠٨,٤	٢٥١,٨
١١	تثليث	٩٧٥	٢٨٨	٦٣,٥	١٣٤,٤
١٢	تندحه	١٩٠٠	١٦٣	١٧٢,٣	٢٣٠,٧
١٣	تمنية	٢٣٠٠	١٢٥	٣٨٥,٠	٥٣٤,٨
١٤	تنومه	٢١٠٠	١٠٠	٢٦٤,٧	٤٩٢,١
١٥	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	٨٤,٤	٢٦٨,٨
١٦	الحرجة	٢٣٥٠	١٨٨	١٦١,١	٤٦٣,١
١٧	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	٧٦,٩	١٥٠,٤
١٨	الحني	٢٠٨٠	١٣٠	١١٨,٩	١٥٩,٤
١٩	خميس مشيط	٢٠٩٥	١٣٨	٢٤٣,٤	٢٧٨,٣
٢٠	خيبر الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	١٠٦,٠	٢٤٩,٥
٢١	الزهراء	٢٤٠٠	١٠٠	٢٦٠,٣	٤٣٠,٥
٢٢	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	١٢٧,٣	١٨٩,٠
٢٣	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	٢٦٤,٨	٢٩٨,١
٢٤	السودة	٢٨٢٠	٩٥	٣٣٢,٩	٥١٣,٢
٢٥	سبت العلايا	١٨٥٠	١١٣	٢٠٨,٨	٢٦٣,٩
٢٦	صبح بللحمر	٢٢٠٠	١١٣	٢٣٥,٥	٣٣٦,٥
٢٧	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	٥٤,٢	١٠٤,٦
٢٨	ظهران الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	١٨١,٦	٢٩١,٢
٢٩	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	٢٠٥,٥	٣٠٢,٧
٣٠	علكم	٢٢٠٠	١١٣	٣٣٢,٧	٤٤٧,٣
٣١	الماوين	٢١٥٠	١٤٥	١٢٦,٢	٣٥٧,٢
٣٢	م. بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	٢١٣,٥	٢٥٦,٣
٣٣	النماص	٢٦٠٠	١٣٣	٤١٨,٣	٤٧٤,٩
٣٤	و. ابن هشبل	١٦٥٠	١٣٣	٦٧,٦	١٣٣,٣
٣٥	يعرى	١٨٨٠	١٨٨	١٢١,٥	٣٦٢,٥

* المصـــدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامةللأرصاد وحماية البيئة.

شكل (٨)
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق وبعد المحطات عن البحر.

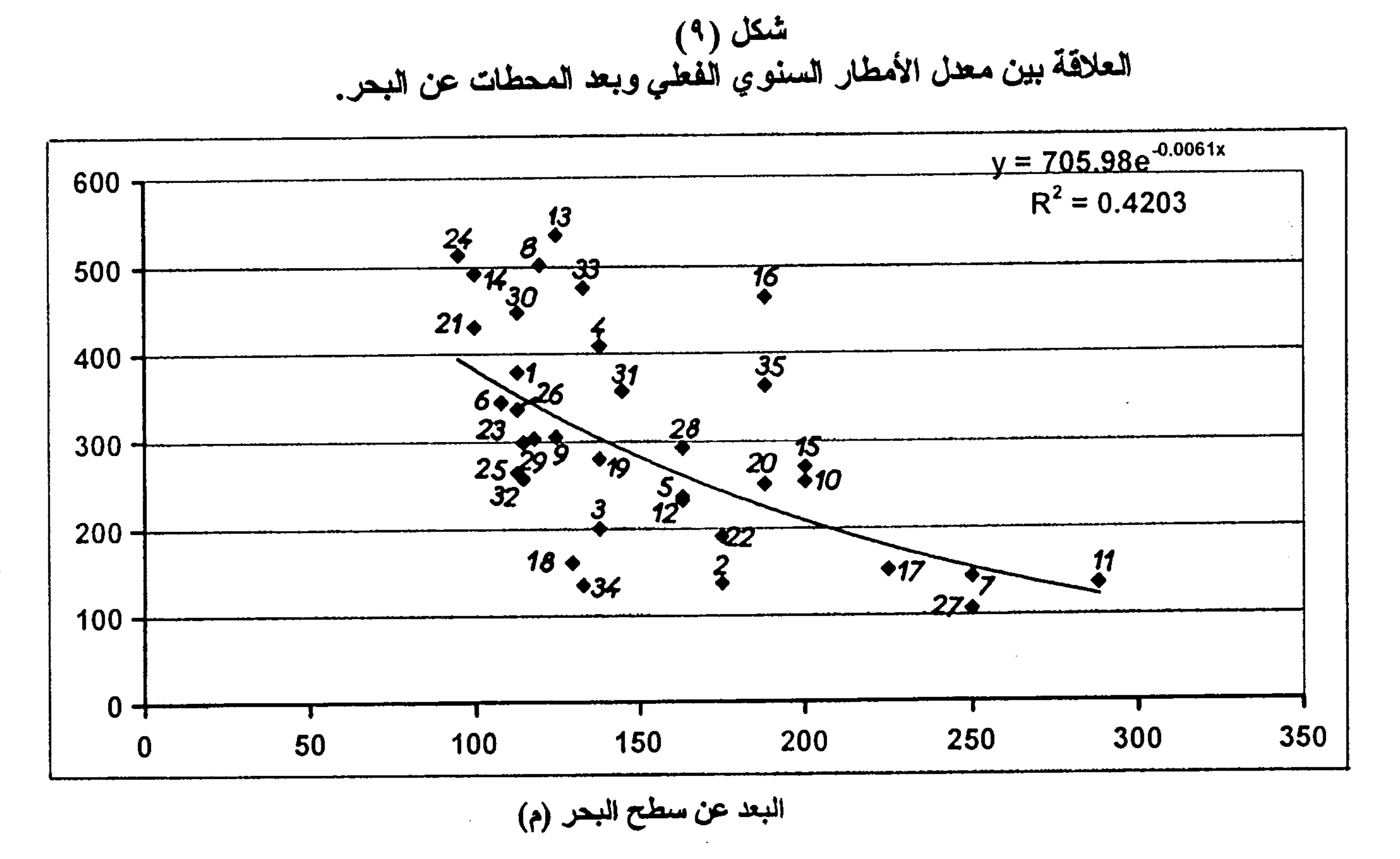
معدل الأمطار السنوي المطلق (مم)



البعد عن سطح البحر (م)

شكل (٩)

العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي وبعد المحطات عن البحر.



- المجموعة الثانية وتضم بين 8-7 محطات وتبعد عن البحر بمسافة تتراوح بين ٢٨٨ كم و١٦٣ كم ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ١٨١,٦ مم/سنة و٦٣,٥ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٤٦٣,١ مم/سنة و١٣٤,٤ مم/سنة وتتأثر أيضاً هذه المحطات بعامل الارتفاع علاوة على عامل البعد عن البحر.
- المجموعة الثالثة وتضم بين ٦ــ٧ محطات وتبعد عن البحر بمسافة تتراوح بين ١٣٨ كم و١٠٠ كم ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ٢٦٤,٧ مم/سنة و٢٠٥,٥ مم/سنة، ومعدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٣٤٤,٤ مم/سنة و٢٥٦,٣ مم/سنة وتتأثر كثيراً كميات الأمطار في هذه المجموعة بعامل البعد عن البحر وبعامل الارتفاع.
- المجموعة الرابعة وتضم حوالي ١١ محطة وتبعد عن البحر بمسافة تتراوح بين ٢٥٠ كم و١٠٨ كم ويتراوح معدل أمطارها المطلق السنوي بين ١٣٨,١ مم/سنة و٥٤,٢ مم/سنة، معدل أمطارها الفعلي السنوي بين ٢٣٥ مم/سنة و١٠٤,٦ مم/سنة.

يتضح مما تقدم أن محطات المنطقة الجبلية بعسير تتأثر بعامل البعد عن البحر حيث تزيد الأمطار كلما قلت المسافة بالنسبة لقيم الأمطار المطلقة أو الفعلية، لأن قصر المسافة يقلل من القارية ويساعد على احتفاظ الكتلة الهوائية بكمية كبيرة من الرطوبة، والعكس صحيح، ولكن في نفس الوقت يغلب على البعض منها التأثر بعامل الارتفاع الذي يظهر أثره بوضوح في استقطاب الرياح الممطرة وهي على ارتفاعات عالية عن سطح البحر بالإضافة إلى موقع المحطة ضمن السفوح، ولاسيما المواجهة منها للرياح الرطبة. ويبدو أن معدلات الأمطار الفعلية تتأثر بعامل الارتفاع أكثر من تأثرها بعامل البعد عن البحر على عكس المعدلات المطلقة التي تتأثر بعامل البعد عن البحر أكثر من تأثرها بعامل الارتفاع منه.

٤. حسب موقع المحطة في السفوح المواجهة (المعرّضة) لاتجاه الرياح الرطبة.

تتوزع محطات الدراسة حسب مواجهتها للتيارات البحرية الرطبة إلى ثلاث مجموعات جدول (٤) وهي :

- المجموعة الأولى وتضم المحطات التي تقع في السفوح المواجهة لاتجاه الرياح الشمالية والشمالية الغربية وتشمل ٢٤ محطة ويتراوح معدل الأمطار الفعلي السنوي بها بين ٥١٣,٢ مم/سنة و١٠٤,٦ مم/سنة ومعدل الأمطار المطلق السنوي بين ٣٣٢,٩ مم/سنة و٥٤,٢ مم/سنة.
- المجموعة الثانية وتضم المحطات التي تقع في السفوح المواجهة لاتجاه الرياح الشرقية والشمالية الشرقية وتشمل ٩ محطات يتراوح معدل الأمطار الفعلي السنوي بها بين ٥٠١,٦ مم/سنة و١٤١,٧ مم/سنة ومعدل الأمطار المطلق السنوي بين ٣٠٢,٦ مم/سنة و٧٨,١ مم/سنة.

جدول (٤)
المحطات المناخية وقياس الأمطار
حسب اتجاه السفوح في المنطقة الجبلية بعسير .

م	الشمال N	الشمال الشرقي NE	الشرق E	الجنوب S	الغرب W	الشمال الغربي NW
1	أبوجنية	بيشة	أبهـــا	تمنية	النماص	بني ثور
2	أدمـــة	بللسمر	آل عامر			بني مالك
3	تاجر	تنومة	الزهراء			و. ابن هشبل
4	تثليث	الحرجة	ظهران الجنوب			تبالـــة
5	تندحة	سراة عبيدة .				الماوين
6	الجوف					
7	الحيفة					
8	الحني					
9	خيبر الجنوب					
10	خميس مشيط					
11	سرلعصان					
12	السودة					
13	سبت العلايا					
14	صبح بللحمر					
15	صمخ					
16	علكم					
17	عبالة					
18	مركز بني عمرو					
19	يعرى					

* المصدر : من إعداد الباحثة اعتماداً على خرائط الأساس ،(١٩٩٩م)، مقياس ١ :٢٥٠٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية.

- المجموعة الثالثة وتضم ٢ محطة تقع في السفوح المواجهة لاتجاه الرياح الجنوبية والغربية ويتراوح معدل الأمطار الفعلي السنوي بها بين ٥٣٤,٨ مم/سنة و٤٧٤,٩ مم/سنة ومعدل الأمطار المطلق السنوي بين ٤١٨,٣ مم/سنة و٣٨٥,٠ مم/سنة. ويلحظ على هذه المجموعة ارتفاع معدلات الأمطار الفعلية والمطلقة على السواء في آن واحد، وقد يعزي ذلك لموقع تلك المحطات في السفوح الجنوبية الغربية الرطبة، التي تخضع لسيطرة الرياح الجنوبية الغربية، بالإضافة إلى ارتفاعاتها التي تبلغ ٢٦٠٠م و٢٣٠٠م على التوالي.

٥. حسب السلاسل الزمنية في المحطات المناخية وقياس الأمطار.

نظراً لوجود بعض النقص في بيانات عدة محطات لقياس الأمطار خلال الفترة المدروسة فقد تم تصحيح بيانات هذه المحطات بواسطة بيانات السلاسل الزمنية الكاملة المسجلة في غيرها من المحطات الأخرى التي تمت فيها عمليات قياس الأمطار بصورة مكتملة ودقيقة شكل (١٠).

٥/١ تحديد المحطات التابعة والمحطات الرئيسة بطريقة تيسن (Thiessen)

تمثل طريقة تيسن نعمان، (١٩٨٣م) إحدى الطرق الجغرافية البيانية الهندسية المستعملة لتحديد مساحة التأثير (منطقة النفوذ) أو المنطقة التابعة لكل محطة تحتوي على بيانات متكاملة ومتجانسة بالمقارنة مع بيانات غيرها من المحطات المجاورة لها أو المحيطة بها. ويتم اختيار أو تحديد المنطقة التابعة لكل محطة تبعاً للخطوات التالية : شكل (١١).

أ. يتم تحديد منطقة الدراسة التي تحتوي على عدد معين من محطات القياس المختلفة من حيث السلاسل الزمنية ونوعية البيانات المسجلة، وبذلك تكون المحطات التي تحتوي على بيانات متكاملة ومتجانسة ومتنوعة هي محطات التصحيح (الرئيسة) التي يجب تحديد مناطق نفوذها لتصحيح بيانات غيرها من المحطات المجاورة لها أو المحيطة بها والتي تمثل كل المحطات التابعة.

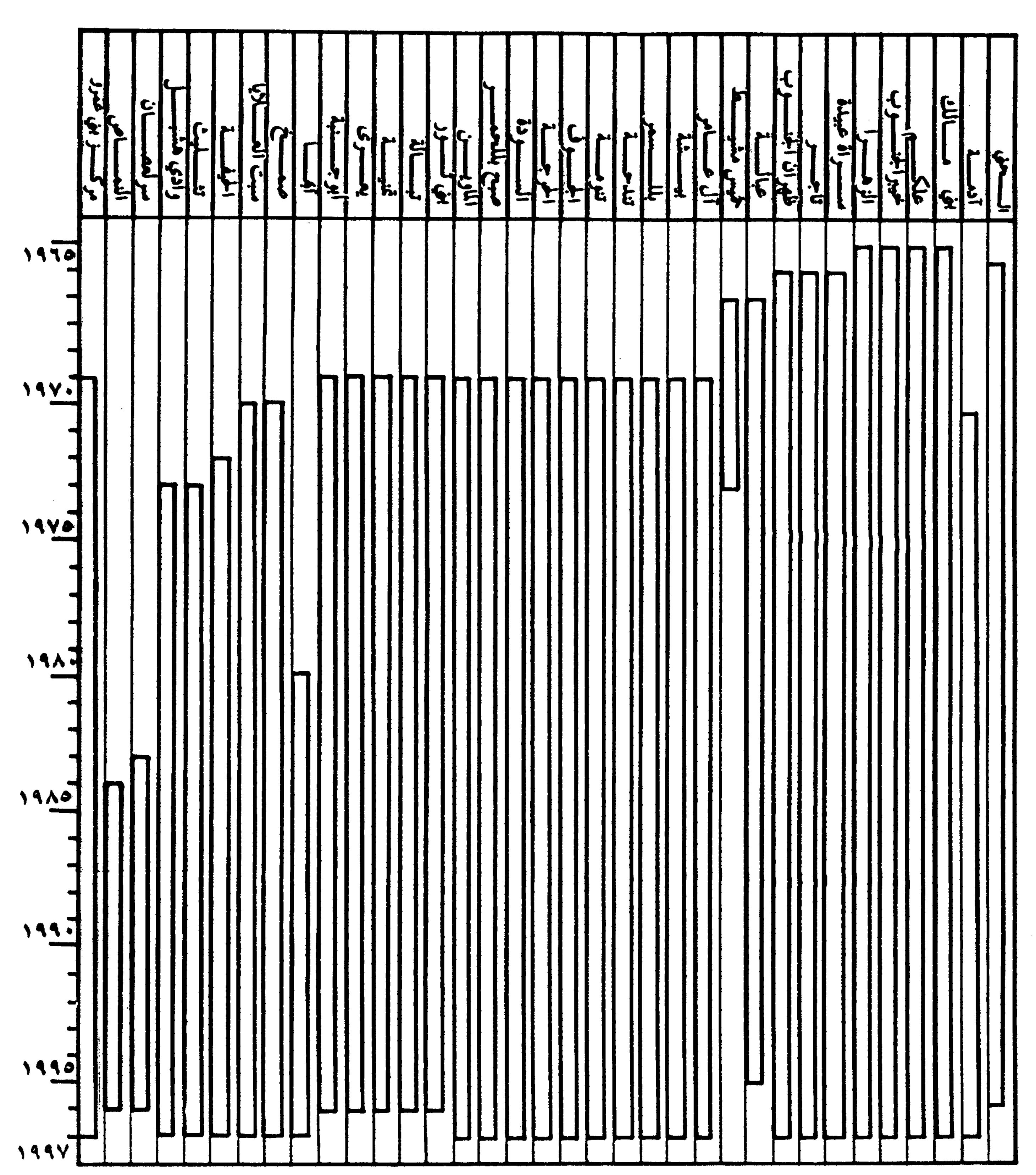
ب. يختار عدد معين من محطات التصحيح (الرئيسة) في مساحة منطقة الدراسة. وتعد محطة التصحيح (المحطة الرئيسة) كل من :

١- المحطات المناخية التي تحتوي على السلاسل الزمنية المتكاملة والمتجانسة لعدة عناصر مناخية تم تسجيلها خلال فترة الدراسة.

٢- محطات قياس الأمطار التي تحتوي على سلاسل زمنية متكاملة ومتجانسة للبيانات خلال فترة الدراسة.

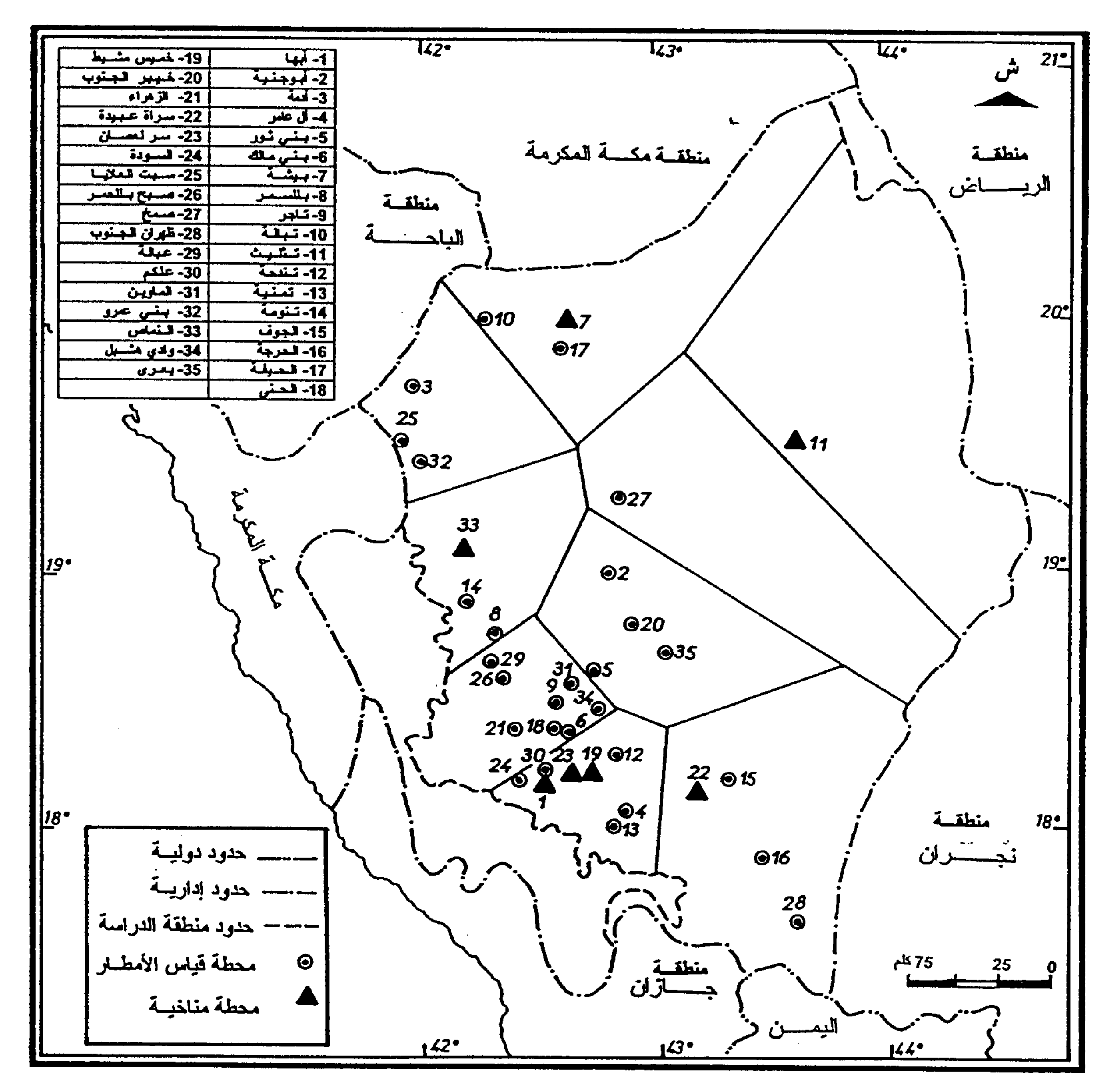
٣- محطات قياس الأمطار التي تحتوي على أطول سلسلة زمنية للبيانات بالمقارنة مع المحطات المجاورة لها أو المحيطة بها.

شكل (١٠)
السلاسل الزمنية للقياسات المناخية والمطرية (١٩٦٥-١٩٩٧م) .



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

شكل (١١)
مجالات التأثير للمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار
حسب طريقة تيسن Thiessen



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000 ,NE 38-1, NE 38-2, NE 38-5, NE 38-6, NE 38-10, NE 38-13 ، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م، أطلس المناخ ، 1409 هـ ، وزارة الزراعة والمياه ، قسم الهيدرولوجيا ، ص MOO3 .

وقد روعي في اختيار محطة التصحيح (المحطة الرئيسة) لمحطة يراد إكمال بياناتها ما يلي :

- عامل القرب بحيث تم اختيار أقرب المحطات الرئيسة لتصحيح بيانات المحطات التابعة (المحطات المصححة).
- عامل الارتفاع بحيث تم اختيار محطات التصحيح التي تقع على ارتفاع مماثل للارتفاع الذي تقع عليه المحطات التابعة (المصححة).

ج. يوصل بين جميع محطات التصحيح المختارة (الرئيسة) بمستقيمات على الخريطة بحيث ترتبط كل محطة بمحطتين من مثيلاتها فتنشأ مثلثات من المسافات الواصلة بين المحطات الثلاث.

د. تنصف أضلاع كل مثلث بمحاور عمودية تتلاقى في نقطة واحدة داخل كل مثلث بحيث تمثل هذه المحاور أضلاعاً لمضلعات مختلفة الأشكال تقع داخلها المحطات الرئيسة محطات (التصحيح).

هـ. تمثل هذه المضلعات المحيطة بالمحطات الرئيسة مساحات التأثير التابعة لكل المحطات الرئيسة التي تقع داخل منطقة الدراسة، ويقع في كل مضلع عدد من المحطات التابعة المصححة، وتعد كل المحطات التي تقع داخل نفس المضلع – حسب طريقة تيسن– هي محطات متجانسة من حيث خصائص وكميات الأمطار المسجلة، ويمكن اعتبار كميات الأمطار فيها مماثلة لكميات الأمطار في المحطة الرئيسة المشرفة على مساحة التأثير التي يمثلها المضلع. جدول (٥).

وعليه يمكن إكمال بيانات معدلات الأشهر الناقصة للأمطار في المحطات التابعة بواسطة بيانات معدلات الأشهر للأمطار في المحطات الرئيسة بواسطة طريقة التراكم المزدوج التي اعتمدت في هذه الدراسة.

٢/٥ تصحيح قياسات الأمطار بواسطة طريقة التراكم المزدوج.

بعد أن يتم اختيار محطة التصحيح (الرئيسة) والمحطات التابعة لها بواسطة طريقة تيسن Thiessen يمكن إكمال بيانات المحطات التي تقع في نفس منطقة تأثير محطة التصحيح بواسطة طريقة التراكم المزدوج. وتعتمد طريقة التراكم المزدوج التي تم تطبيقها في هذه الدراسة لإكمال البيانات الشهرية المفقودة في بعض المحطات على الخطوات التالية :

أ. تحـديد الشهور التي لم يسجل خلالها كميات أمطار بالمحطة التابعة، وتحديد القيم الشهرية للأمطار المسجلة في محطة التصحيح خلال نفس الفترة الزمنية المشتركة بين المحطتين.

جدول (٥)

المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير

حسب تصنيف تيسن.

م	محطة مستقلة	خط العرض	شمالاً/°	خط الطول	شرقاً/°	الارتفاع (م)	محطة تابعة	خط العرض	شمالاً/°	خط الطول	شرقاً/°	الارتفاع (م)
١	أبهـــا	١٢'	١٨°	٢٩'	٤٢°	٢٢٠٠	آل عامر	٠٦'	١٨°	٤٧'	٤٢°	٢٢٥٠
							تمنية	٠٢'	١٨°	٤٥'	٤٢°	٢٣٠٠
							تندحة	١٩'	١٨°	٥٢'	٤٢°	١٩٠٠
							الحني	٢٥'	١٨°	٣١'	٤٢°	٢٠٨٠
							خميس مشيط	١٤'	١٨°	٣٩'	٤٢°	٢٠٩٠
							السودة	١٥'	١٨°	٢٢'	٤٢°	٢٨٢٠
							سر لعصان	١٥'	١٨°	٣٦'	٤٢°	٢١٠٠
							علكم	١٦'	١٨°	٢٩'	٤٢°	٢٢٠٠
٢	بيشـــة	٠١'	٢٠°	٣٦'	٤٢°	١٠٢٠	تبالـــة	٠١'	٢٠°	١٤'	٤٢°	١٠٢٠
							الحيفة	٥٢'	١٩°	٣٢'	٤٢°	١٠٩٠
٣	خ.الجنوب	٤٨'	١٨°	٥٣'	٤٢°	١٦٥٠	أبوجنية	٠١'	١٩°	٤٤'	٤٢°	١٦٥٠
							بني ثور	٣٨'	١٨°	٤١'	٤٢°	١٧٠٠
							يعرى	٤١'	١٨°	٥٩'	٤٢°	١٨٨٠
٤	الزهرا	٢٥'	١٨°	٢٠'	٤٢°	٢٤٠٠	بني مالك	٢٣'	١٨°	٣٤'	٤٢°	١٩٨٠
							ابن هشبل	٢٨'	١٨°	٤٢'	٤٢°	١٦٥٠
							تاجــر	٣١'	١٨°	٣١'	٤٢°	٢٣٠٠
							صبح بللحمر	٣٧'	١٨°	١٦'	٤٢°	٢٢٠٠
							عبالـــة	٤١'	١٨°	١٥'	٤٢°	٢٤٨٠
							الماوين	٣٦'	١٨°	٣٤'	٤٢°	٢١٥٠
٥	س. العلايا	٣٢'	١٩°	٥٤'	٤١°	١٨٥٠	أدمة	٤٥'	١٩°	٥٦'	٤١°	١٨٥٠
							م. بني عمرو	٢٨'	١٩°	٥٩'	٤١°	١٢٠٠
٦	س. عبيدة	١٠'	١٨°	٠٦'	٤٣°	٢٤٠٠	الجوف	١٤'	١٨°	١١'	٤٣°	٢٠٦٠
٧	النماص	٠٩'	١٩°	٠٩'	٤٢°	٢٦٠٠	بللسمر	٤٧'	١٨°	١٥'	٤٢°	٢٢٥٠
							تنومة	٥٦'	١٨°	١٠'	٤٢°	٢١٠٠
٨	ظ. الجنوب	٤٠'	١٧°	٣٠'	٤٣°	٢٠٢٠	الحرجة	٥٦'	١٧°	٢٢'	٤٣°	٢٣٥٠
٩	تثليث	٣٢'	١٩°	٣١'	٤٣°	٩٧٥						
١٠	صمخ	٢٠'	١٩°	٤٨'	٤٢°	١٤٨٠						

* المصدر : من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ب. حساب المجموع التراكمي لأمطار كل شهر يراد إكمال بياناته بالمحطة التابعة وكذلك المجموع التراكمي لأمطار الشهر المماثل له بمحطة التصحيح خلال الفترة الزمنية المشتركة بين المحطتين.

ج. حساب معامل التصحيح بين المجموع التراكمي لأمطار كل شهر خلال الفترة الزمنية المشتركة بين المحطتين. ويمثل معامل التصحيح العلاقة النسبية بين المجموع التراكمي لأمطار شهر معين بالمحطة التابعة والمجموع التراكمي لأمطار نفس الشهر بالمحطة الرئيسة. ويعبر عن معامل التصحيح للأمطار الشهرية بالمعادلة التالية :

$$\text{معامل التصحيح (أ)} = \frac{\text{المجموع التراكمي للقيم الشهرية للشهر المراد تصحيحه بالمحطة التابعة}}{\text{المجموع التراكمي للقيم الشهرية لنفس الشهر بالمحطة الرئيسة}}$$

د. تقدير القيم الشهرية للشهر المراد تصحيحه بالمحطة التابعة بواسطة المعادلة التالية :

ع = أ . س حيث تمثل :

ع = قيمة الأمطار الشهرية المصححة في المحطة التابعة.

أ = معامل التصحيح.

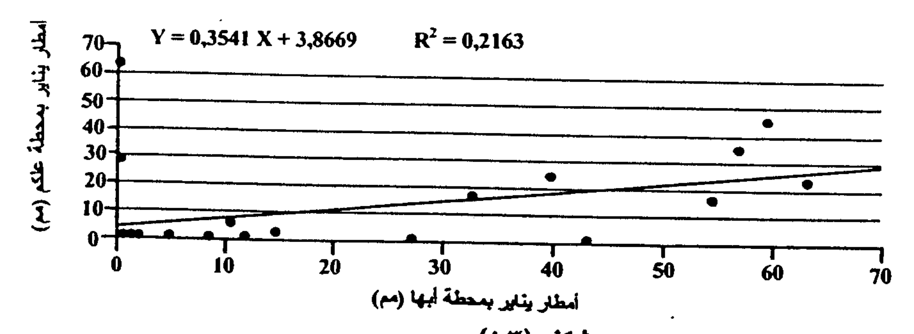
س = قيمة الأمطار الشهرية المسجلة في محطة التصحيح.

وصححت القياسات الشهرية المفقودة لقياسات الأمطار في بعض محطات الدراسة الملحق (ج) يوضح الخطوات المتبعة في استخدام طريقة تيسن والتراكم المزدوج لتصحيح القيم الشهرية والسنوية لقياسات الأمطار في شهر يناير وأبريل عام ١٩٧٧م في محطة أبها بواسطة قياسات الأمطار في شهر يناير وأبريل عام ١٩٧٧م في محطة علكم.

- وفي المثالين السابقين بلغ معامل الارتباط لبيانات شهر يناير بين المحطتين قبل عملية التصـــحيح ٠,٢١٦٣ = R^2 شـــكل (١٢)، وقد ارتفع هذا المعامل إلى ٠,٢٨٦١ = R^2 بعد تصحيح بيانات أمطار شهر يناير لمحطة علكم بواسطة بيانات أمطار شهر يناير لمحطة أبها شكل (١٣)، ثم ارتفع هذا المعامل إلى ٨٢٠٣ = R^2 بعد تصحيح أمطار شهر يناير لمحطة أبها بواسطة مثيلها بمحطة علكم شكل (١٤)، وبعد تصحيح بيانات الأمطار لشهر يناير في المحطتين بلغ معامل الارتباط للبيانات المصححة إلى ٠,٩٠٩٨ = R^2 شكل (١٥).

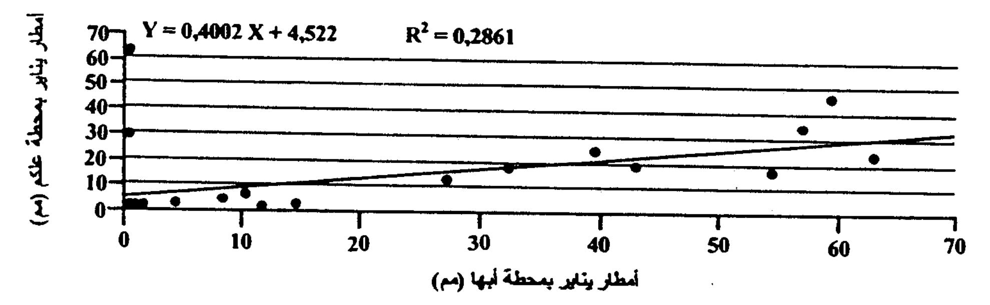
شكل (١٢)

العلاقة بين أمطار شهر يناير بمحطتي أبها وعلكم قبل تصحيح بيانات المحطتين.



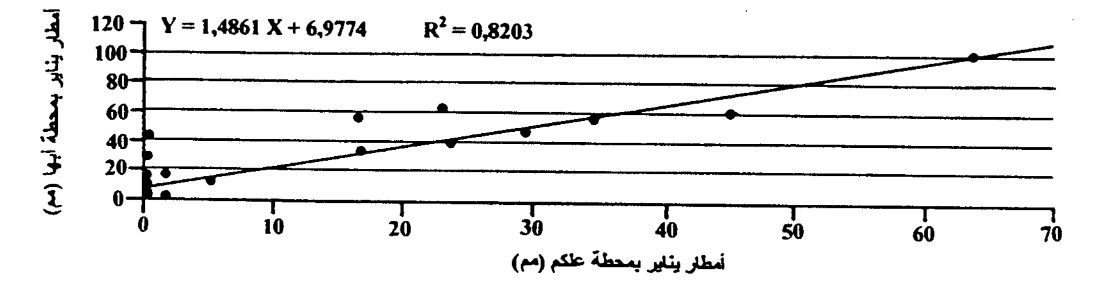
شكل (١٣)

العلاقة بين أمطار شهر يناير بعد تصحيح بيانات محطة علكم بواسطة بيانات محطة أبها.



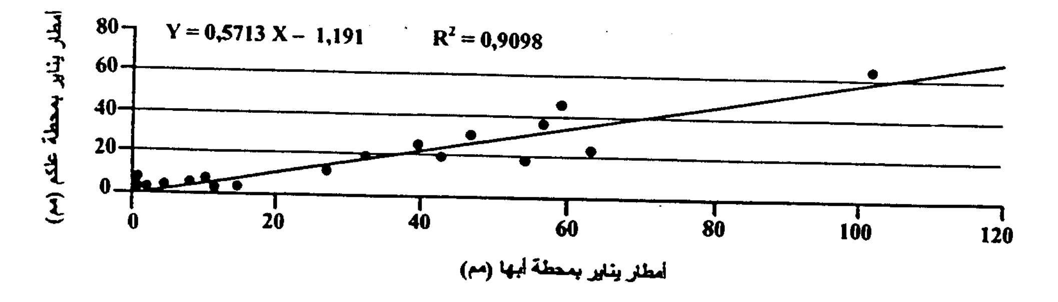
شكل (١٤)

العلاقة بين أمطار شهر يناير بعد تصحيح بيانات محطة أبها بواسطة بيانات محطة علكم.



شكل (١٥)

العلاقة بين أمطار شهر يناير بمحطتي أبها وعلكم بعد تصحيح بيانات المحطتين.



د- مراحل تنفيذ البحث.

يهدف هذا البحث لتحديد العلاقات المكانية والزمنية القائمة بين تغيرات الأمطار وتغيرات عناصر الموازنة المائية من جهة وأنواع الغطاء النباتي من جهة ثانية بالأراضي الجبلية التي تمتد على ارتفاعات تزيد عن ٨٠٠ م بمنطقة عسير.

وتعتمد هذه الدراسة في تناولها لهذه العناصر على المراحل الآتية :

المرحلة الأولي.

مراجعة واستكمال البيانات المناخية المعتمدة في هذه الدراسة بالمحطات المدروسة اعتماداً على :

أ. تصنيف المحطات المناخية وقياس الأمطار إلى محطات تابعة ومحطات رئيسة حسب نوعية السلاسل الزمنية شكل (١٠) وطريقة تيسن شكل (١١).

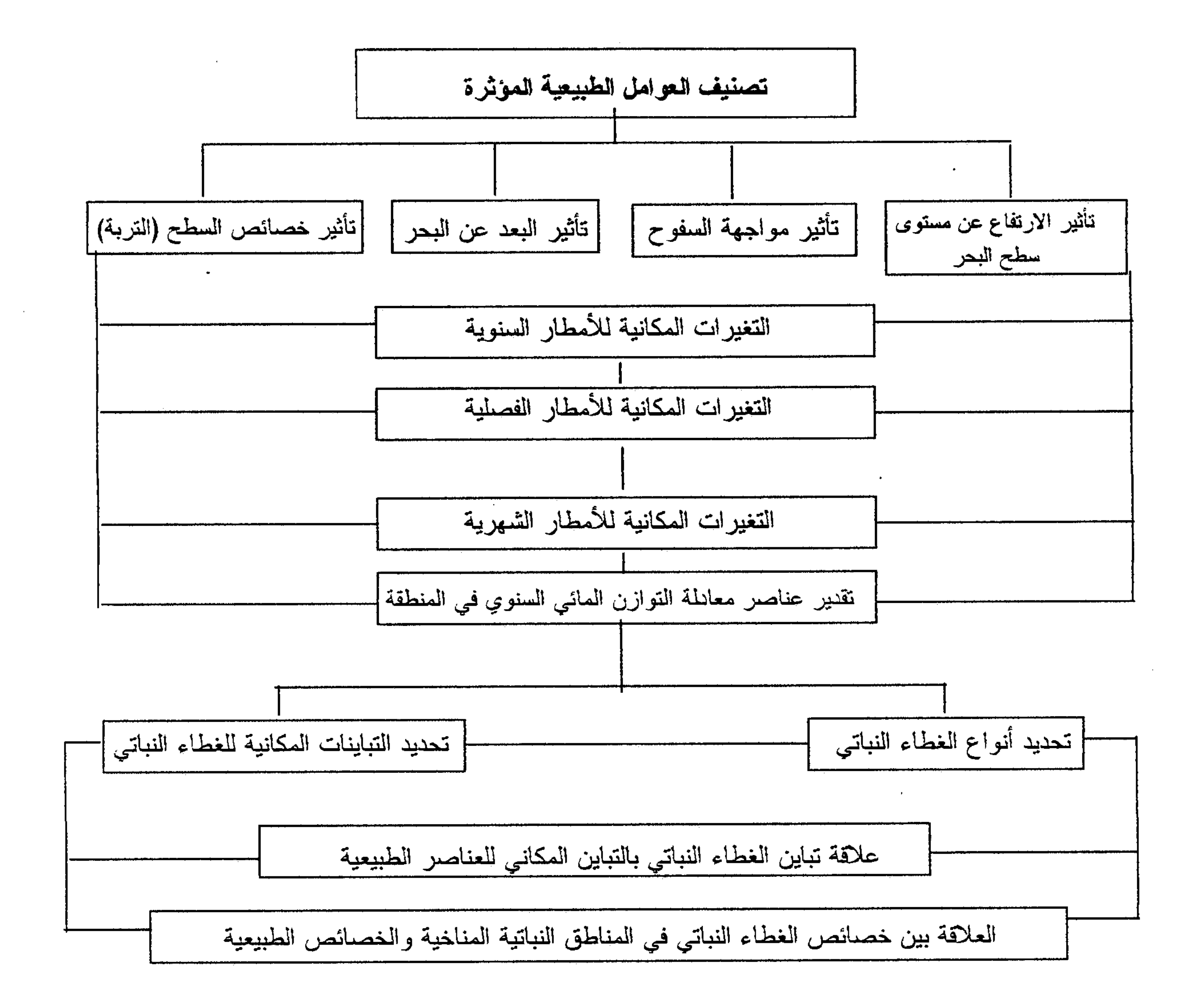
ب. مقارنة السلاسل الزمنية للبيانات المناخية وقياسات الأمطار للمحطات الواقعة ضمن نفس مجال التأثير المحددة بطريقة تيسن.

ج. استكمال البيانات المناخية وقياسات الأمطار غير المتكاملة بالمحطات التابعة اعتماداً على بيانات وقياسات المحطات الرئيسة التي تحتوي على بيانات لمدة تمتد من بداية ١٩٦٥ وإلى نهاية ١٩٩٧م.

واستكملت البيانات المناخية وقياسات الأمطار حسب طريقة تيسن وطريقة التراكم المزدوج في تصحيح القيم الشهرية والسنوية للمتغيرات المناخية.

المرحلة الثانية.

اعتمدت هذه المرحلة على المنهج الاستقرائي في دراستها لتأثيرات التغيرات الزمنية والمكانية للعوامل الجغرافية والطبيعية كالطبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية على التباين المكاني والزمني للأمطار والعلاقة بين تلك العوامل والتربة ومن ثم أثرها على تنوع وتوزيع الغطاء النباتي في المنطقة وفق التصور التالي.



المرحلة الثالثة.

اعتمدت هذه المرحلة على التحليل الإحصائي للعلاقات القائمة بين كافة العناصر الطبيعية المؤثرة من جهة وبين الغطاء النباتي الطبيعي من جهة ثانية. وتناول في هذه المرحلة :

أ. دراسة الخصائص الإحصائية للسلاسل الزمنية المدروسة.

ب. تحليل المتغيرات الزمنية للعناصر المناخية المدروسة.

ج. تحليل العلاقات القائمة بين مختلف التغيرات المكانية والزمنية للبيانات المناخية المدروسة.

د. تحليل طبيعة العلاقات الموجودة بين التغيرات المكانية للعناصر المناخية والعوامل الطبيعية من جهة وبين التغيرات المكانية لأنواع الغطاء النباتي الطبيعي.

واســتخدمت عدة طرق وأساليب إحصائية ونماذج رياضية ملائمة لتقدير التغيرات الزمنية والمكانية المدروسة. وبعد استقراء النتائج بالاعتماد على الأساليب الإحصائية والنماذج الرياضية تم التوصل إلى توصيف دقيق للملامح الجغرافية والمناخية والهيدرولوجية والتربة والغطاء النباتي في المنطقة الجبلية بعسير، والاستفادة من ذلك في تقديم الخلاصة والتوصيات.

واستخدم الأسلوب الكارتوجرافي لتمثيل البيانات الرقمية وإعداد الأشكال والخرائط للعناصر التالية معدلات الحرارة، معدلات الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع، معدلات الرطوبة النسبية، معدلات الرياح، معدلات التبخر، معدلات الأمطار السنوية والفصلية والشهرية، الشبكة المائية (أحواض التصريف)، وحدات التربة الأساسية، الغطاء النباتي من حيث النوع والكثافة، العلاقة بين الأمطار ومظاهر السطح وأحواض التصريف وأنواع التربة من جهة والغطاء النباتي من جهة أخرى، للتوصل إلى أنواع المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.

الفصل الثاني.
السمات الطبيعية العامة
والعوامل المؤثرة في المناخ

أولاً - السمات الطبيعية العامة.

تعد الخصائص الطبيعية لمنطقة عسير من العوامل المهمة في إبراز سمات المنطقة طبيعياً وبشرياً، ولا سيما التكوين الجيولوجي الذي يعطي تفسيراً لأنواع التضاريس الحالية، كما يساعد في معرفة أنواعها وماهيتها والأسباب التي أدت إلى تكوينها ومعرفة أثرها على استيطان الإنسان بالمنطقة، لأن للتضاريس أثراً كبيراً في الأحوال المناخية والحياة النباتية والحيوانية، هذا إلى جانب تأثيرها على الاستقرار البشري وعلى أنواع النشاط الاقتصادي.

وتشغل المملكة العربية السعودية نحو ثلاثة أرباع مساحة شبه الجزيرة العربية التي كانت تمثل في ما مضى جزءاً من الدرع العربي، الذي كان يمتد إلى سواحل أفريقيا الشمالية الشرقية، إلى أن انفصلت كتلة شبه الجزيرة العربية عن الكتلة الأفريقية بسبب تأثير الحركات التكتونية وأخذت في التزحزح نحو الشمال الشرقي في أواخر الزمن الثالث (عصر الاليجوسين) وقد نتج عن حركة الصفيحة العربية تكوين الأخدود الأفريقي الذي غمرته المياه مكونة ما يعرف حالياً **بالبحر الأحمر**. وقد أدت الحركات الأرضية المستمرة الناتجة عن نشاط الانكسار الأخدودي السلمي (Graben) وتكوين ما يسمى (Horst) إلى انخفاض طبقات القشرة الأرضية تبعه ارتفاع في الجانبين هما الجانب الغربي للدرع العربي والجانب الشرقي في أفريقيا الوليعي، (١٩٩٧م) ويضم حالياً ما يعرف بمنطقة جبال الحجاز الممتدة من ميناء العقبة في الشمال حتى اليمن في الجنوب التي تقع بها منطقة الدراسة.

وقد صاحب تلك العملية تكون مجموعة من الفوالق والإنكسارات التي أثرت في ما بعد على مسارات المياه الجارية السطحية التي شكلت الأودية الجبلية الحالية . وكان لخصائص الصخور النارية والصخور المتحولة المكونة لتضاريس إقليم الدرع العربي أثر واضح في تكوين أشكال سطح الأرض الحالية.

وقد كان للتعرية المائية (التجوية) خلال الفترات المطيرة أثر لا يقل عن خصائص الصخور في تشكيل سطح الأرض إذ أدت عملية تعمق الحفر الرأسي لمياه الأودية في الصخور الجبلية إلى تكوين مجارٍ عميقة وكثيفة شكلت، تدريجياً منذ العصر الرباعي، شبكات مائية تنتظم حالياً على شكل أحواض التصريف محدودة بخطوط تقسيم للمياه واضحة المعالم. سقا، (١٩٩٨م).

التكوين الجيولوجي في الأراضي الجبلية بعسير.

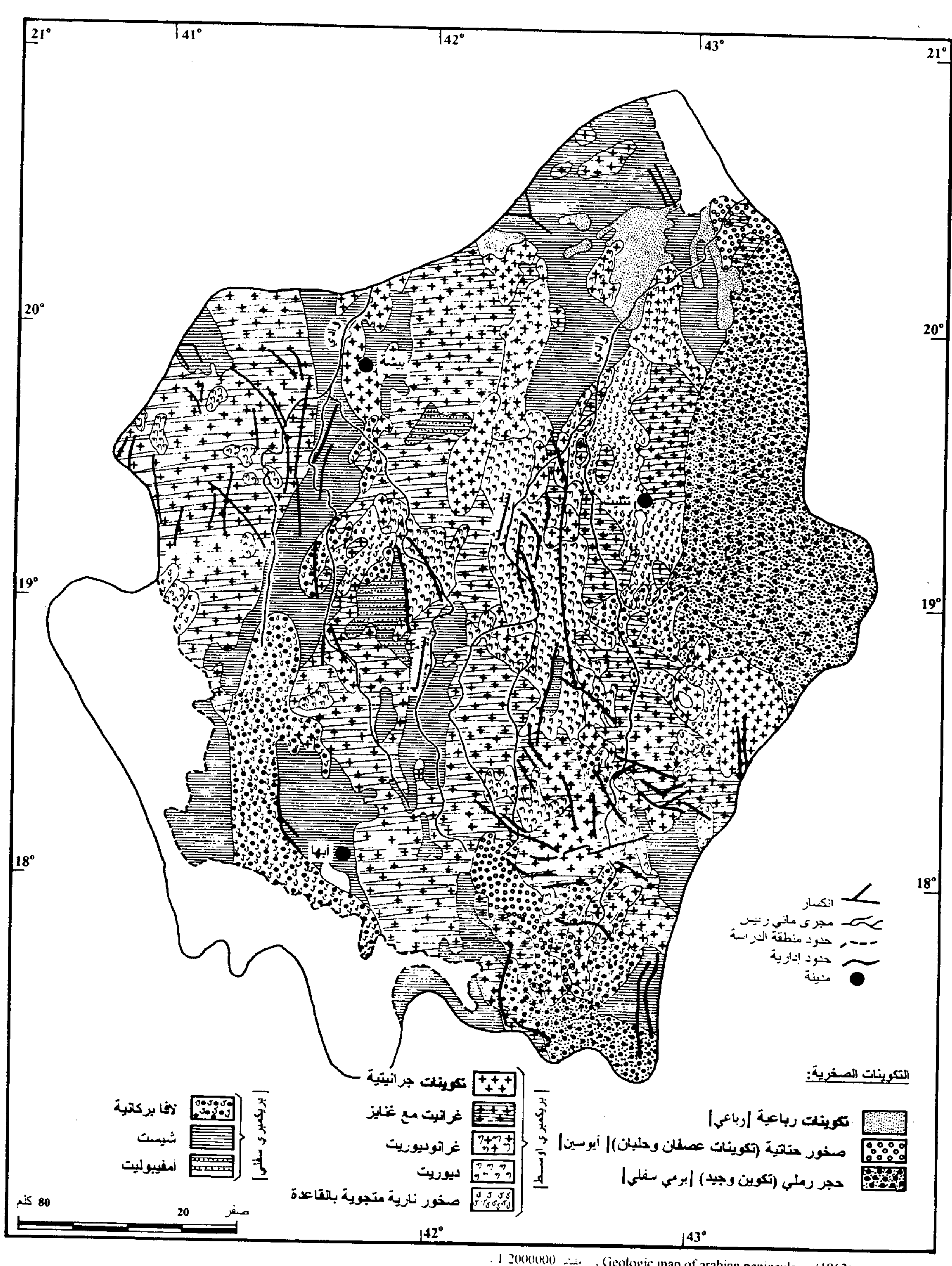
إن إقــليم غرب شــبه الجزيــرة العربية المعروف باسم إقليم **جبال الحجاز** الذي يحتوي فــي جــزئه الجنوبي على منطقة جبال السروات يعد جزءاً من نطاق **الدرع العربي** القديم الذي يــتكون جيولوجيــاً مــن الصخور النارية المتبلورة والصخور المتحولة الصلبة المعروفة باسم **الطبقات الأركية القديمة**، بمعنى صخور القاعدة. ونظراً لشدة صلابتها فقد تمكنت هذه التكوينات الصــخرية مــن مقاومة حركات الالتواء التي حدثت في العصر الجيولوجي الثالث، إلا أن تلك الحــركات أحدثت بها تصدعات وانكسارات سلّمية نتج عنها الأخدود الأفريقي الذي يشغله البحر الأحمر. وبعد حدوث عملية الانكسار السلّمي ارتفع الجانب الشرقي والغربي للدرع العربي مكوناً الجبال الساحلية على البحر الأحمر في أفريقيا وجبال الحجاز في الجزيرة العربية. وقد تزامن مع عمــلية الــتكوين الجيولوجــي للأخدود والسلاسل الجبلية حركات زلزالية وخروج مصهورات ومقذوفــات بركانية من صخور اللابا غطت مساحات واسعة في منطقة الجبال تعرف اليوم باسم **الحــرات**، خاصــة فــي **جبال الحجاز**. كما صاحب الحركات التكتونية (الباطنية) أثناء نشأة تلك المرتفعات انتشار الفوالق و الانكسارات على طول امتداد تلك السلسلة الجبلية.

وكانت عمليتا النحت والتجوية بنوعيها الميكانيكية والكيماوية نتيجة الرياح والمياه تقومان بدورهما في الأجزاء المرتفعة من تلك المنطقة بتوالي العصور الجيولوجية، مما أدى إلى جرف كميات هائلة من المواد الصخرية إلى منطقة الانهدام الرئيس للبحر الأحمر حتى غطيت صخور القاعدة القديمة في المنطقة المجاورة لحافة الانهدام بطبقات من الصخور الرسوبية السميكة ومن التكوينات السطحية التي أحدثتها التكوينات الرباعية شكل (١٦).

وممــا تقــدم نجد أن منطقة الدرع العربي تحتوي على أرض سلاسل الحجاز التي تقع ضــمنها جــبال الســروات التي تشكل منطقة عسير حوالي (٩٠%) من مساحة أراضيها. وهذا الجــزء هــو الــذي تقع فيه منطقة الدراسة (الأراضي الجبلية في عسير) وتتنوع فيه التكوينات الصــخرية بيــن الصخور النارية (الجرانيت - الجابرو - البازلت - الديوريت - الأنفيبوليت - السيانيت) والصخور المتحولة (الكوارتزيت - الإردواز - النيس - الرخام) وتكوينات الصخور الرسوبية الرباعية. سقا، (١٩٩٨م).

وتعــد هذه الصخور ذات قيمة اقتصادية كبيرة لاحتوائها على المعادن الفلزية مثل الحديد والذهــب والفضة والأحجار الكريمة مثل الزمرد والزبرجد وغيرها من المعادن المهمة في كثير من الصناعات التحويلية، بالإضافة لأهميتها في زيادة خصوبة التربة، التي تقوم بدور مباشر في دعم النمو النباتي.

شكل (١٦)
التكوينات الصخرية في الأراضي الجبلية في عسير



المصدر: (1963) Geologic map of arabian peninsula . مقياس 1 2000000 .
U S Geological Servey and Arabian American Oil Company.

التربة في الأراضي الجبلية بعسير.

وتـــتكون تـــربة هذه المنطقة من خليط من مفتتات ومشتقات الصخور الآنفة الذكر، ومن خصائصـــها أنهـــا ذات طـــبيعة حصـــوية خشـــنة مختلطة بشظايا صخرية خاصة تربة التلال والمنحدرات الجبلية، وقد تحللت وتفككت بفعل عوامل التعرية الميكانيكية، بالإضافة إلى التجوية الكيماويـــة بســـبب توفـــر الرطوبة الجوية من البحر الأحمر القريب من المنطقة مما سهل على المجـــاري المائية عملية نقلها من أعالي السفوح تحت تأثير الجاذبية الأرضية وشدة الانحدارات الطبوغرافية إلى أقدام الجبال التي انتشرت على شكل مراوح فيضية. وتحتوي المفتتات الصخرية المـــنقولة و المـــتفككة على العديد من المعادن التي تكونت بفعل التحلل الكيميائي لمواد الصخور الأصـــلية وتكوّن المواد العضوية التي نشأت بفعل تحلل بقايا الغطاءات النباتية التي كانت تغطي الكـــثير مـــن السفوح أو بقايا الحيوانات التي كانت تعيش في غابات المنطقة . وساعدت كل هذه العمليات الكيميائية بمرور الزمن على تكوين مادة الدبال (Humus) وهي مادة تساعد في تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة وتعمل على زيادة خصوبتها. سقا، (١٩٩٨م).

وتُعد منطقة عسير الجبلية من أكثر المناطق عرضة لعوامل التعرية والتجوية نظراً لـــ :

أ – طـــبيعة الـــتكوين الصخري لتضاريس المرتفعات ودرجة مقاومتها الكبيرة لعملية النحت المـــائي، مما ساعد هذه التضاريس على المحافظة على صلابتها ووعُورتها وارتفاعاتها العالية.

ب – شـــدة الانحـــدارات الطبوغرافية الموروثة عن تكوينات جيولوجية ذات صلابة ومقاومة كبيرتين أدت بمرور الزمن إلى تباين الارتفاعات بين قمم التضاريس وأقدام سفوحها.

ج – استمرار عملية الرفع التكتوني لتضاريس المنطقة منذ بداية العصر الأول حتى الآن كما دلّ عليه معدل تباعد السواحل الشرقية عن الغربية للبحر الأحمر. الوليعي، (١٩٩٧م).

د – طـــبيعة الـــتجوية بـــنوعيها الميكانيكية والكيميائية الناتجة عن اختلاف درجات الحرارة والرطوبة وسيادة عمليات التفتيت الحبيبي للتكوينات الصخرية.

كـــل هـــذه الظروف، بالإضافة إلى الظروف المناخية السائدة بالمنطقة منذ فترة الرباعي القديم حتى الآن أدت إلى ظهور مجارٍ مائية شكلت لها بمرور الزمن أودية فيضية تغطي بطونها تكوينات صخرية تُعد من أخصب أنواع التربة الغنية بمادة الدبال. وتشكل هذه المناطق حالياً أكثر المناطق التي تجري فيها مياه الجريان السطحي المحملة بالمفتتات الصخرية والطمية.

ويســـود فـــي المـــنطقة الجبـــلية بعسير نوع من التربة الصحـــراوية التي تشتمل على الحمـــادات والســـهول الحصباوية والرمال والأملاح، وتختلف هذه القطاعات من التربة اختلافاً كبيراً في طبقاتها التحتية، وغالباً ما تبدو كسهول حصباوية واسعة وغير مستوية تعترضها التلال

والأخاديد والجداول، كما يتباين تكوين التربة الرملية بين الطفل الرملي والرمال الطفيلية والطمي في شكل كثبان ومنخفضات وسهول رملية حسب الارتفاعات والخصائص الطبيعية وقابلية حركتها وأصلها التكويني. وتتأثر التربة في المنطقة الجبلية بعسير بالمناخ بشكل مباشر وبالغطاء النباتي بشكل غير مباشر الذي يوفر المكونات الحيوية في التربة، كما يرتبط هذا العامل بمظاهر السطح، فغزارة الأمطار على المرتفعات الجبلية في عسير تؤدي إلى تحلل التربة إلى مكوناتها، كما أن جريان الأودية يؤدي إلى جرف التربة من منحدرات الجبال إلى المنخفضات. وللسطح أيضاً دور في توجيه الأودية التي تقوم بدور كبير في نقل التربة وتكوين السهول الفيضية على طول امتدادها مثل وادي بيشة وتثليث.

ومن أنواع الترbات السائدة في المنطقة، التربة السمراء (البنية) والتربة الكستنائية (الرمادية) والتربة الغرينية. وتوجد التربة السمراء في المناطق المنبسطة والتلال الشرقية ذات المناخ الرطب في منطقة الجبال، كما توجد مختلطة بالتربة الكستنائية على شكل رقعات متناثرة، تمتاز الطبقة العلوية فيها بغناها بالمواد العضوية المختلطة بالدبال مع بعض المواد المعدنية، ويعتبر هذا النوع من المجموعات الكبرى للتربة المعروفة في مناطق الغابات وتنتشر تحت أشجار العرعر في منطقة الجبال العالية في عسير.

أما التربة الكستنائية فتوجد في المناطق المناخية الرطبة كما في مرتفعات جبال السودة، وهي أقل انتشاراً في المنطقة من التربة السمراء، وتمتاز بتفاعل قلوي يتدرج إلى الطبقة تحت الترابية. كما توجد التربة الغرينية في جميع أنحاء المنطقة ولكن تقتصر على جوانب الأودية في المناطق الجبلية العالية وفي الطبقة العلوية للتربة وبسمك رفيع جداً في أراضي المدرجات الزراعية، و توجد بكثرة في السهول الفيضية على امتداد الأودية الطويلة مثل وادي بيشة وتثليث، وهي تربة ذات حبيبات ناعمة تتألف من الطمي والرمل والصلصال وغيرها من المواد، ولاتزال تتكون في تلك الأماكن بفعل عوامل التعرية. حيدر، (١٤٠٤هـ).

أما فيما يتعلق بالتوزيع الجغرافي للتربة في المنطقة الجبلية بعسير فنجدها تنتشر في أنحاء متعددة مثل بطون الأودية وجوانبها على شكل إرسابات غرينية محمولة بواسطة مياه السهول، وتختلف نسبة الارسابات في الأودية حسب اتساعها وكثرة أو قلة روافدها وهي ذات سمك كبير نوعاً ما، كما تنتشر التربة في أودية جبال السراة وعلى منحدراتها وفي المصاطب الزراعية التي تحافظ على عدم انحرافها. وتمتاز تربة الجبال بقلة سمكها وتتكون تربة أسفل المنحدرات من تكوينات دقيقة تتخللها بعض الكتل الصخرية المنهارة من أعالي الجبال، وتعتبر التربة فيها من أخصب تربات المرتفعات وتزداد الخصوبة في مناطق الغابات المرتفعة بسبب المواد المتحللة

من الأشجار، كما تحافظ الأشجار على قوامها بعدم انجرافها إلى السفوح الدنيا وتحتفظ هذه التربة بقدر من الرطوبة لكثرة سقوط الأمطار.

وتتكون التربة في شرق منطقة عسير الجبلية من الطين والطمي والرمال والحصى التي تمـلأ بطـون الأوديـة وجوانـبها وقد ترسبت هذه التربة عن طريق مياه السيول المتدفقة من المرتفعات الجبلية، ومن الأودية التي تكثر فيها هذه الإرسابات وادي بيشة ووادي تثليث. ويتكون القسم الأعلى من رسوبات الطمي من ذرات دقيقة من الرمال والغرين وتقسم إلى ثلاثة أنواع:

١- إرسـابات السهول الفيضية الموجودة على جوانب الأودية وتتألف من الغـرين والرمـال الطـينية بسـمك يتراوح بين ١٠- ١٢ م وتمتد تحتها طبقة من الرمل والحصى بسمك ١٠- ٤٠ م.

٢- طمـي المسـيل ويوجد في بطون الأودية ويتكون من الرمل الخشن والحصى مع أحجار صغيرة متفرقة وصخور، ويتراوح سمكها بين ١- ٢ م وإلى أكثر من ١٥م.

٣- مدرج رمل وحصباء ويقع فوق السهول الفيضية ويمتد بصورة متقطعة على امتداد مجاري الأودية وسمكه بوجه عام يقل عن ٨ أمتار. الخطيب، (١٩٨٠م).

وقـد أجريت عديد من الدراسات مثل الدراسات التي أجرتها شركة ايطال كونسلت عام ١٩٦٩م وبيـنت أن طبقات التربة في بيشة تتكون في الغالب من تربة رملية وتربة رملية طفلية، تـربة طفلية رملية، وتربة طفلية والطبقة الرابعة تتكون من الحصباء والحصى، أما طبقة القاعدة فتتكون من الصخور الجيرية، أما سطح الهضبة السهلي فيتكون في معظمه من الحصباء المؤلفة مـن حجـارة الكوارتز والصخور النارية والمتحولة وبعض الصخور الجيرية وتتخللها رواسب ناعمة مثل سهل تثليث وبيشة والأراضي السهلية شرق خميس مشيط وحتى تثليث.

وتم عمل دراسـات تفصـيلية للتربة من قبل وزارة الزراعـة والمياه أطلس التربة (١٩٨٦م)، وتم تغطية المملكة مسـاحـياً بـ (٢٢٦) خريطـة منهـا ١٨ خريطة بمقياس ١: ٥٠٠٠٠٠ و٢٠٨ خـريطة بمقيـاس ١: ٢٥٠٠٠٠ معتمدة على الخرائط المنتجة من الأقمار الصـناعية التي أعدتها وزارة البترول والثروة المعدنية، وصنفت التربة طبقاً للنموذج الأمريكي إلى عدة وحدات وشرحت ٤٩ وحدة خرائطية تنحصر في ٦ درجات طبقاً لصلاحيتها للزراعة.

ومن دراسة الخريطة العامة للتربة في المملكة أتضح أن المنطقة الجبلية في عسير تندرج تحـت الدرجـة الأولى والـثانية والتي تتميز بتربة طميية ورملية عميقة شبة مستوية مع بعض البروزات الصخرية والتي تحتاج غالباً إلى عمليات غسـيل وصـرف. أطلس الموارد الأرضية (١٩٩٤م).

مصادر المياه في الأراضي الجبلية بعسير.

لقد ساعد اعتدال المناخ من حيث درجة الحرارة وكمية الأمطار على حدوث جريان موسمي سطحي في الأودية ذات التصريف الداخلي على السفوح الشرقية الذي أثر في تغذية المياه الجوفية القريبة من السطح وفي الأودية ذات التصريف الخارجي على السفوح الغربية لمرتفعات عسير. وتقسم مصادر المياه إلى قسمين هما :

المياه السطحية.

تمثل المياه الجارية على سطح الأرض بعد سقوط الأمطار التي يمكن أن ينشأ عنها جريان سطحي في الأودية والأودية الفرعية والشعاب داخل الأحواض المائية (أحواض التصريف) التي تمثل الموارد المائية السطحية المتجددة التي تنحدر بواسطة خط تقسيم المياه. وينحدر عنده سطح التضاريس بشدة تجاه الغرب وفي اتجاهين أحدهما يمتد حتى خارج منطقة عسير نحو أقدام السفح الغربي للسروات وتجري على سطحه جميع الأودية التي تصب في البحر الأحمر، والاتجاه الثاني تجري معه أودية السفح الشرقي لمرتفعات عسير الجبلية والهضبة الداخلية ويمثل جميع الأودية ذات التصريف الداخلي نحو الشرق وأهمها حوضان مائيان كبيران هما :

١ - حوض وادي تثليث الذي يجري من الجنوب الشرقي نحو الشمال الشرقي بطول يبلغ حوالي ٣٠٠ كم.

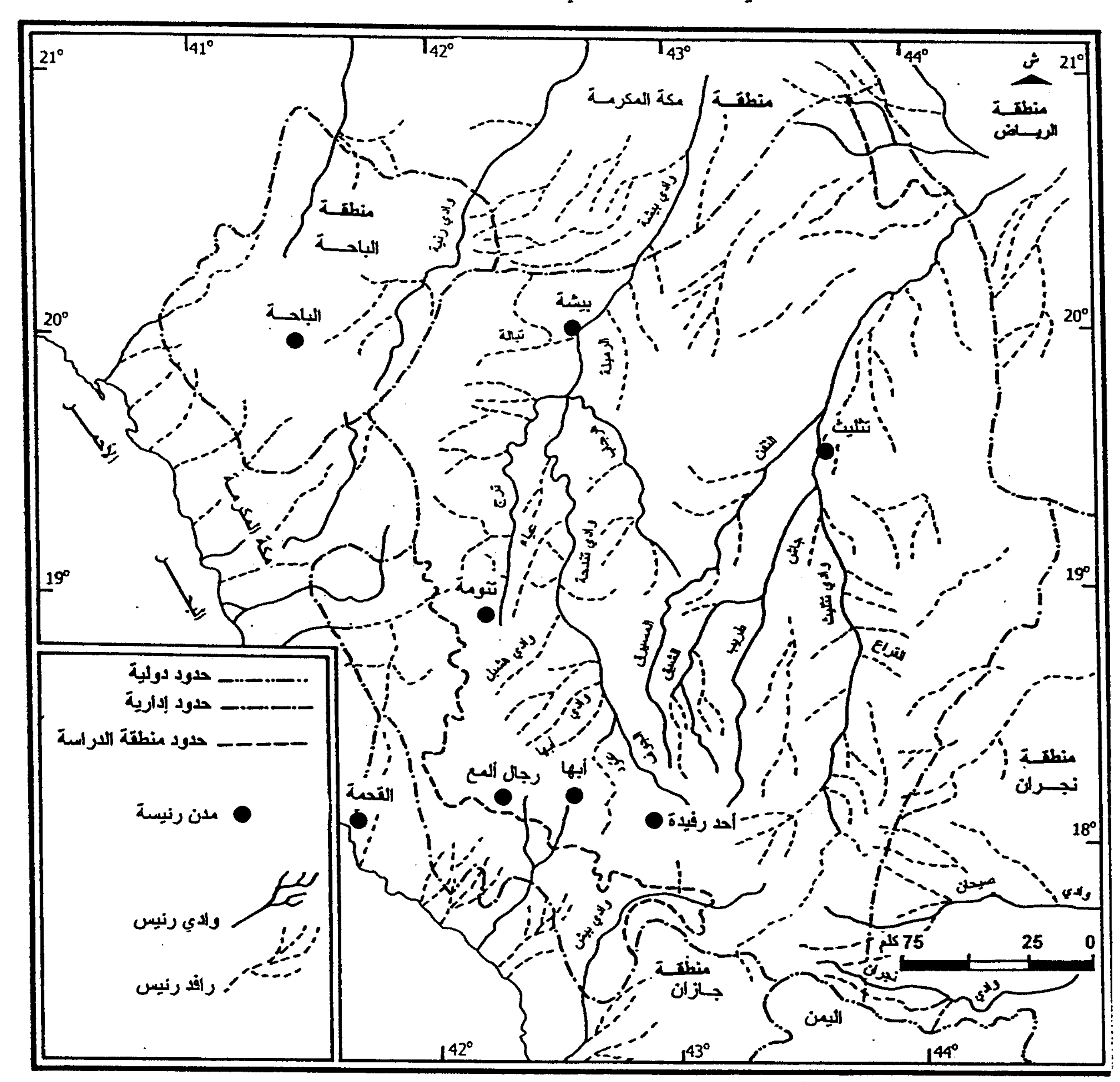
٢ - حوض وادي بيشة الذي يجري من الجنوب الغربي نحو الشمال الغربي بطول يبلغ حوالي٤٢٧ كم. الجراش، (١٩٨٢م)، الشريف، (١٩٨٤م) شكل (١٧).

وتفقد معظم هذه الأودية مياهها الجارية بفعل التبخر الشديد والتسرب لباطن الأرض مما يساعد على ارتفاع منسوب المياه الجوفية القريبة من السطح. وكثيراً ما تتجمع هذه المياه في المنخفضات لتغذي مياه الأودية خلال فترات السيول المتدفقة عقب تساقط الأمطار الغزيرة مما يؤدي إلى حدوث أضرار بالمناطق الزراعية والسكنية.

المياه الجوفية السطحية.

تتكون المياه الجوفية القريبة من السطح عندما تتسرب مياه الأمطار عبر أقسام الصخور التي تشكل التربة حتى تصل إلى طبقة غير مسامية لتستقر هناك بعيداً عن التبخر في طبقة تعرف باسم الطبقة الخازنة للمياه. وتتأثر المياه الجوفية في عسير بأكثر من عامل أهمها :

شكل (١٧)
مجاري الشبكة المائية في منطقة عسير الجبلية.



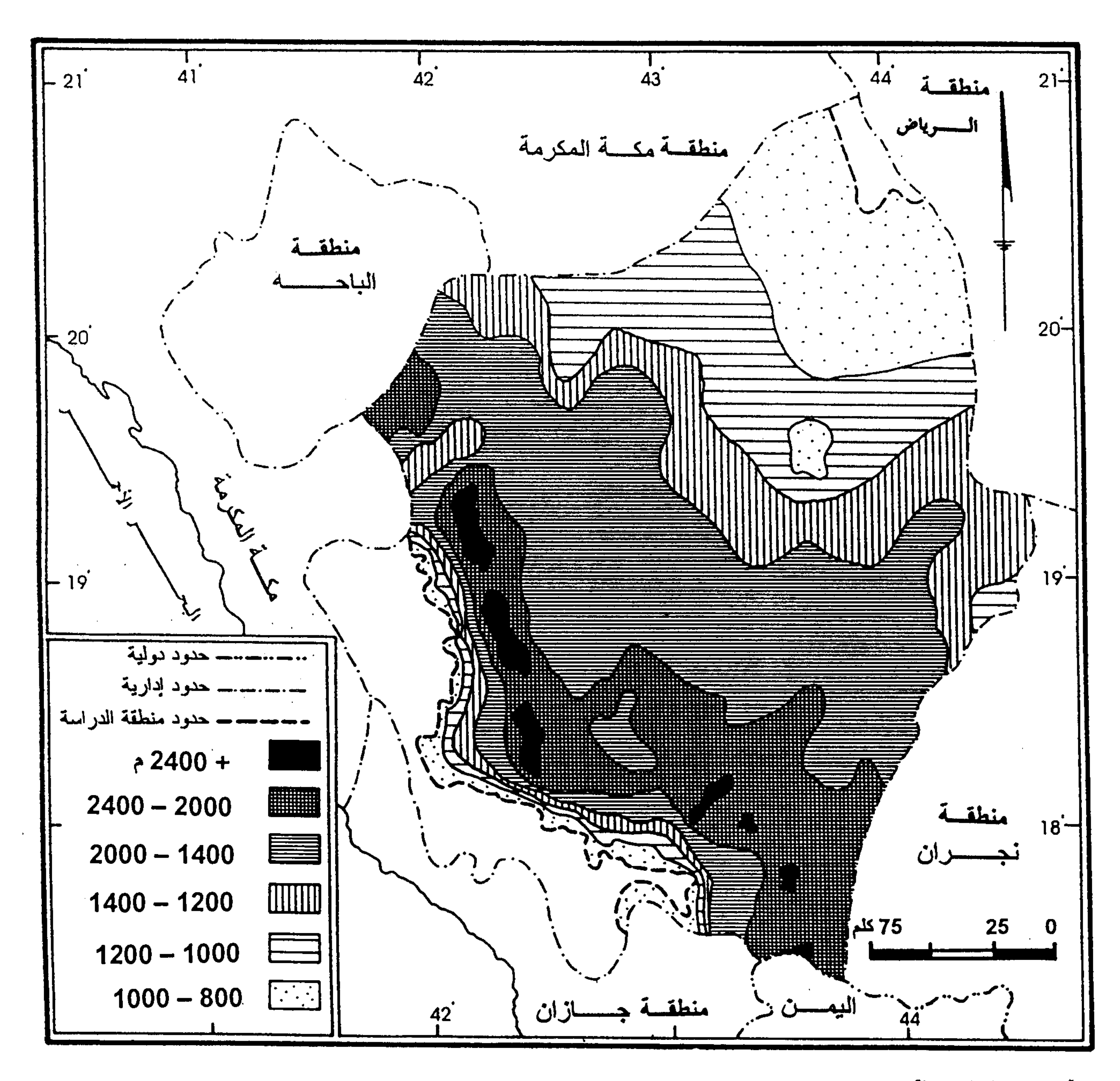
المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000, NE 38-1, NE 38-2, NE 38-5, NE 38-6, NE 38-10, NE 38-13، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م.

- ترتــبط عمــلية تسرب المياه لباطن الأرض مباشرة بطبيعة السطح في المنطقة، وبما أن مــنطقة عسير الجبلية تتنوع فيها الطبوغرافيا نظراً لطبيعة التكوين الصخري فإنها تحتوي عــلى تــربة بيــن عميقة طميية وضحلة ذات نفاذية متوسطة وذات طاقة لتخزين المياه. وتغطي هذه التربة الأراضي المنحدرة على جوانب التلال، والأراضي شبه المستوية على المنحدرات المدرّجة والسفوح السفلية.
- ارتفــاع كمية الأمطار المتسربة في المناطق المرتفعة التي تتشكل من الأراضي الصخرية ذات التشــققات و الفواصــل والفجوات المغطاة بصخور اللابا المسامية التي تساعد على تســرب مياه الأمطار المتوالية عليها. و بتكرار هذه العمليات بمرور الزمن يرتفع منسوب الميــاه الجوفيــة فــي المناطق المنخفضة (بطون الأودية) التي تغطيها تربة عميقة طميية متوسطة النفاذية ذات قــدرة عالية على الاحتفاظ بالماء. ولعل المراوح الفيضية التي توجد عــند منحدرات جبال المرتفعات الغربية والتي تمثل نهاية الانسياب السطحي لمياه الأودية مــثال واضح على وجود المياه الجوفية الســطحية، حيث تكــثر المناطــق الزراعــية. ويرتــبط تجـــدد المياه الجوفــية الســطحية، بكمية الأمطــار الســاقطة، لــذلك نجــد منســوب الآبــار مرتفعــاً في تلك المناطــق عقــب مواسم الأمطار مباشرة. ســـــقا، (١٩٩٨م).

المظاهر التضاريسية في الأراضي الجبلية بعسير.

يعتــبر إقليم الجبال الغربي (جبال الحجاز - جبال السروات - جبال مدين) أكثر الأقاليم الطــبيعية تميزاً في المملكة لطول امتداده الذي جمع بموقعه الجغرافي ومستوياته المتعددة العديد من المناطق الطبيعية المتباينة من حيث ارتفاع وأشكال السطح والمناخ والمياه الجوفية والنباتات الطــبيعية. وتحتل جبال السروات التي تعني الأرض المرتفعة مجموعة المرتفعات التي تمتد من جــنوب منخفض مكة المكرمة بارتفاع حوالي ٣٠٠ م حتى المرتفعات الجنوبية الموازية لحدود اليمــن في جبل المغامر بفيفا على ارتفاع ١٨١٤ م. ويحدها من الغــرب ســهل تهامة الساحلي على ارتفاع أقل من ١٠٠م ومن الشرق كل من هضبة عســير ونجــد على ارتفاع يتراوح بين ٩٠٠ و ١٧٠٠ م. وتمــتد هذه السلسلة الجبلية بمحاذاة السهل الساحلي والبحر الأحمر بشكل عام مــن الجــنوب الشرقي إلى الشمال الغربي بعرض يتراوح بين ٢٥ و٤٥ كم ويزداد اتساعاً كلما اتجهنا جنوباً. الوليعي، (١٩٩٧م)، شكل (١٨).

شكل (١٨)
طبوغرافية الأراضي الجبلية في عسير



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000, NE 38-1, NE 38-2, NE 38-5, NE 38-6, NE 38-10, NE 38-13، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م.

جبال السروات.

وتنقسم جبال السروات إلى قسمين متباينين هما :

أ- **مرتفعات الحافة الانكسارية.**

وهـــي عبارة عن سلاسل جبلية حادة الحواف (سكّينية)، ترتفع بصورة فجائية من الجبال الســـاحلية إلى ارتفـــاع يـــزيد عن ٣٠٠٠ م كما في قمة جبل السودة وهي أكثر مناطق المملكة ارتفاعـــاً وأشـــدها وعـــورة، وتطل هذه الحافة بشكل مستقيم مباشرة على السهل الساحلي للبحر الأحمـــر. وتســـمى هـــذه الحافة بخط **الشعاف الانكساري**، وهو عبارة عن خط تقسيم المياه في المـــنطقة، وتُعـــد هذه الحافة جرفاً متراجعاً يتميز بالوعورة وعدم الاستواء بسبب انحداره الشديد وعمقـــه السحيق باتجاه الغـــرب. ونظراً لغـــزارة الأمطار على هذه المرتفعات طوال العام فقد تعـــرض هـــذا الخط إلى تعرية مائية شديدة أدت إلى تراجع الرؤوس العليا للوديان نحو الشرق فأصـــبح مـــتعرجاً، كمـــا حفرت فيه المياه فجوات كبيرة وعميقة جداً (وديان) تعرف حالياً باسم **العقبات**، أخذت فيها مياه الأودية تتصرف إلى اتجاهين رئيسيين هما :

* أوديـــة **نظام التصريف الخارجي** وتمثله جميع الأودية التي تجري من هذه المرتفعات نحو الغرب قاطعة تهامة عسير وأهمها أودية بيش وعتود وحلى ويبا.
* أوديـــة **نظـــام التصريف الداخلي** وتمثله جميع الأودية التي تجري من هذه المرتفعات نحو الشرق والشمال الشرقي وأهمها أودية بيشة وتثليث وحبونا. الوليعي، (١٩٩٧م).

ب- **مرتفعات السروات.**

تقـــع مرتفعات السروات إلى الشرق من مرتفعات الحافة الانكسارية بارتفاعات لا تتعدى ١٥٠٠م. وتـــتميز هـــذه المـــرتفعات بالانحدار نحو الشرق والشمال الشرقي،حيث تصرف مياه السفوح الشرقية لمرتفعات السروات كل من أودية بيشة وتثليث. وتتبع مجاري معظم هذه الأودية مـــن خطوط الفوالق والانكسارات التي توجد في السطح. وتمثل مرتفعات الحافة الانكسارية مع مرتفعات السروات وحدة تضاريسية تشكل النطاق الجنوبي للسروات الذي يتميز بخصائص مهمة جعـــلت منه وحدة تضاريسية تختلف عن كثير من الوحدات التضاريسية الأخرى بالمملكة مثل : عـــامل الارتفـــاع ووقوعها في مهب الرياح الجنوبية الغربية الموسمية، مما جعلها تتلقى كميات مرتفعـــة من الأمطار عملت على تغذية الأودية بالمياه معظم شهور السنة، كما أن لهذه الأمطار تأثيرات مهمة على نوع وكثافة الغطاء النباتي الطبيعي.

وقد أعطت كل هذه الظروف الطبيعية لجبال ومرتفعات السروات تميزاً واضحاً عن بقية مـــناطق الممـــلكة المختـــلفة مـــن حيـــث النشاطين الزراعي والرعوي. كما تميزت هذه الجبال والمـــرتفعات بشـــكل خاص بقيام الزراعات التقليدية التي وجدت لها ظروف ملائمة بالمدرجات

الــزراعية التي أقامها الفلاحون على سفوح هذه المرتفعات للحفاظ على التربة الطميية العميقة. ولقــد ســاعدت خصائص الحرارة المعتدلة خلال فصل الصيف – تحت تأثير عامل الارتفاع – على وجود ظروف سياحية ملائمة تتميز بإمكانات تطور ونمو كبيرين في المستقبل.

هضبة عسير الداخلية.

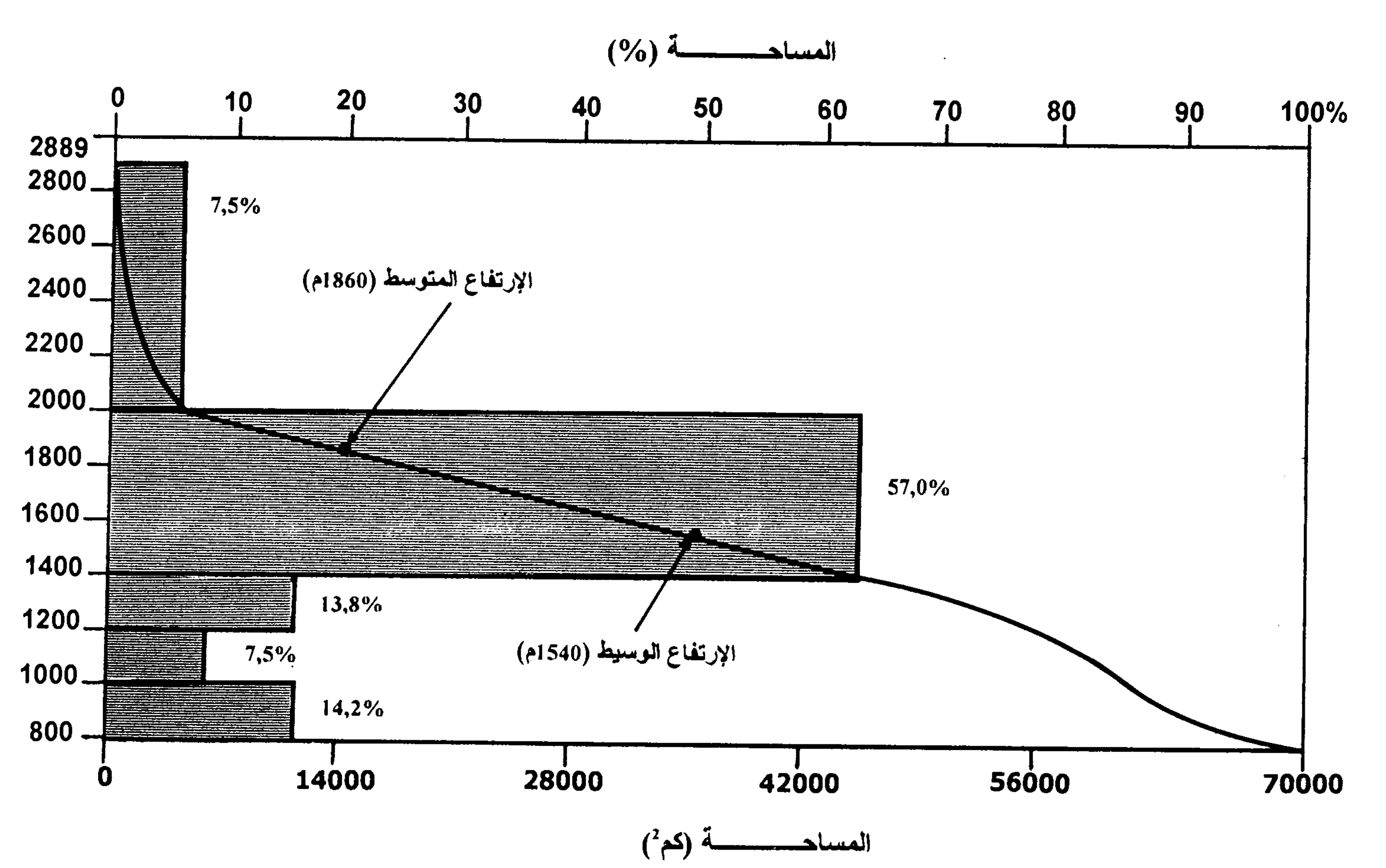
تقــع هضــبة عســير إلى الشرق من مرتفعات السروات، وهي تمثل منطقة انتقالية بين الجــبال المرتفعــة في غربها، وهضبة نجــد ذات الانحدار التدريجي في شمالها وشرقها، ويقل متوســط ارتفاعهــا بصفة عامة عن ١٤٠٠ م فوق مستوى سطح البحر. وهي بهذا الموقع تمثل مــنطقة ظــل المطر للأراضي الجبلية بعسير. وتنحدر الهضبة بشكل تدريجي من الشمال ومن الشــرق نحو الربع الخالي، وهي جزء من السهل التحاتي القديم للدرع العربي، ويتكون سطحها مــن الصــخور الــنارية المتبلورة والمتحولة، بالإضافة إلى مفتتات المراوح الفيضية وترسبات الأودية الرباعية. هذا وقد عملت التعرية المائية منذ بداية العصر الرابع بفتراته المطيرة على شق مجار واسعة لبعض الأودية، وعلى تقطيعها إلى عديد من الهضيبات والتلال والحافات الصخرية التي أدت إلى وعورة سطحها وظهور بعض الجبال فيها البارزة عمّا حولها والتي توجد عادةً بين مجــاري الأوديــة كشــواهد على تقدم عملية التعرية والسطح القديم ، مثل: جبال الوجيد وجبال القهرة شــرق وادي تثليث . وتجري معظم هذه الأودية شرق الهضبة وأهمها وادي بيشة وتثليث وفــروعهما، وهما يُعدان من أكثر أودية المملكة جرياناً نظراً لطبيعة مناخ الهضبة وما تتمتع به من أمطار غزيرة. شكل (١٩).

الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة عسير.

تمــثل منطقــة الجــنوب الغربي من المملكة العربية السعودية، وخاصة جبال السروات صورة طبيعية تختلف عن بقية مناطق المملكة من حيث غناها بالغطاء النباتي، ويعزو ذلك أساساً للاخــتلافات فــي الظروف المناخية الناجمة عن تميزها التضاريسي من حيث الارتفاع ودرجة الانحدار. ويسود في الأراضي المرتفعــة في عســير كالحافات والقمم الجبلية وبعض منحدرات الأودية وبطونها بيئات متعددة لفصائل متنوعة من النباتات على صورة غطاء كثيف من الأشجار والشــجيرات والحشــائش والأعشــاب بشكل دائم يجذب مجموعة كبيرة من الحيوانات والطيور البرية. الوليعي، (١٩٩٧م).

شكل (١٩)

المنحى الهيبسومتري لتضاريس الأراضي الجبلية في عسير.



المصدر من إعداد الباحثة

العوامل المؤثرة في النبات الطبيعي في منطقة عسير.

يـتأثر النـبات الطـبيعي بنوعين من العوامل المختلفة هي العوامل البشرية المتمثلة في الإنســان ونشاطاته المختلفة بشكل مباشر في قطع الأشجار وحرفتي الاحتطاب والرعي الجائر. أما النوع الأخر فهو العوامل الطبيعية والتي سوف نهتم بدراستها في هذا الدراسة، ويتأثر النبات بالعوامل الطبيعية إما بشكل مباشر يتمثل في المناخ بعناصره المختلفة والتربة التي بدورها تتأثر بالمناخ لأنه العامل الأساسي المحدد لنوعها وخصائصها. أو بشكل غير مباشـر يتمثل في أشكال مظـاهر سطح الأرض المختلفة. وتأثر نمو النبات بعناصر المناخ المختلفة يظهر بشكل ملموس فالمـاء المتمثل في الأمطار- الندى- الرطوبة النسبية- الضباب والسحاب هو المكون الأساسي لأجسام النباتات الخضراء ، كما أن له دوراً حيوياً في تنظيم درجة حرارته حيث يمتص الحرارة المـتولـدة عن العمليات الكيميائية ويستنفذ جزءاً كبيراً من هذه الحرارة في تحويل الماء السائل إلى بخار ماء في عملية النتح التي تساعد على تخفيض حرارة أوراق النباتات، بالإضافة لأهميته فـي العديد من عملـيات النمو مثل عملية البناء الضوئي والتكاثر والانتشار. ورغم أن صورة المـاء المترسب (الأمطار – الثلـج – البرد) له تأثير مباشر على النبات إلا أن الصور الأخرى للماء سواء المرئية منها كالسحب والضباب والندى أو غير المرئية كالرطوبة لها أهمية كبيرة في حياة النبات أيضاً. وكما تؤثر الصور المختلفة للرطوبة في النبات فهي تتأثر بنوعيته وكثافته من خـلال عمليات النتح التي يقـوم بها حـيث يعمل على رفع نسبة بخار الماء في الهواء المحيط بالمنطقة الذي يساعد على حدوث ظاهرات التساقط. وللحرارة كذلك دور مهم في نمو النبات من حيث التأثير على جميع وظائفه الحيوية مثل التنفس والامتصاص والنتح. مجاهد، (١٩٩٥م).

وتعد التربة العامل الثاني المؤثر في نمو النبات ، فالتربة أساس الحياة للنبات لأنها تشكل الوســط الــذي يثـبت فيه كما تمده بالماء والعناصر الغذائية المذابة كالأملاح المعدنية والمواد العضــوية اللازمة لنموه ، وبجانب هذه العوامل المؤثرة في النبات نجد أن التضاريس أيضاً من العوامــل المؤثرة بشكل غير مباشر في توزيع نوع النبات ، ونظراً لتباين التضاريس في منطقة عســـير بين جبال السروات والهضاب الداخلية تدرج الغطاء النباتي من الغابات الشجرية التي تنمــو في المستويات العالية وتزيد على ١٦٠٠ – ٣٠٠٠ م كما في السودة وتمنية الحجلا حتى تصــل إلى مســـتوى أقــل كــثافة من الأشجار والشجيرات والحشائش والأعشاب المنفردة أو المتجمعة في بعض الوديان أو على جوانبها. الشريف، (١٩٨٤م).

أنواع النبات الطبيعي في منطقة عسير.

يتنوع الغطـــاء النباتي الطبيعي في منطقة السروات نظراً لتأثره بالعوامل الطبيعية، حيث تشـــير الدراسات التي تمت من قبل وزارة الزراعة والمياه (١٤٢٢هـ)، إلى إمكانية تحديد ثلاثة أنواع مميزة كالتالي :

أ- **نباتات منطقة الغابات.**

تنتشـــر نـــباتات مـــنطقة الغابات على ارتفاعات بين ١٠٠٠- ٣٠٠٠ م، حيث الظروف المـــناخية ملائمة بالنسبة لغزارة الأمطار في أغلب فصول السنة وخاصة في فصل الصيف لأن هـــذه السلاسل تشكل الواجهة الجبلية المرتفعة التي تصطدم بالرياح الموسمية الرطبة، بالإضافة لانخفـــاض درجة الحرارة وتكوّن السحب والضباب، كما أن الأشجار تساعد بدورها في تلطيف البيـــئة المحلية وخفض التبخر وتوفر مصدراً دائماً لرطوبة نسبية عالية، وتكون أشجار الغابات فيها غالباً مستقيمة الجذوع مرتفعة وضخمة ومتقاربة جداً، بحيث تتشابك أجزاؤها العليا، وتنقسم الغابات الطبيعية إلى قسمين. وزارة الزراعة والمياه (١٤٢٠هـ) شكل (٢٠) هما :

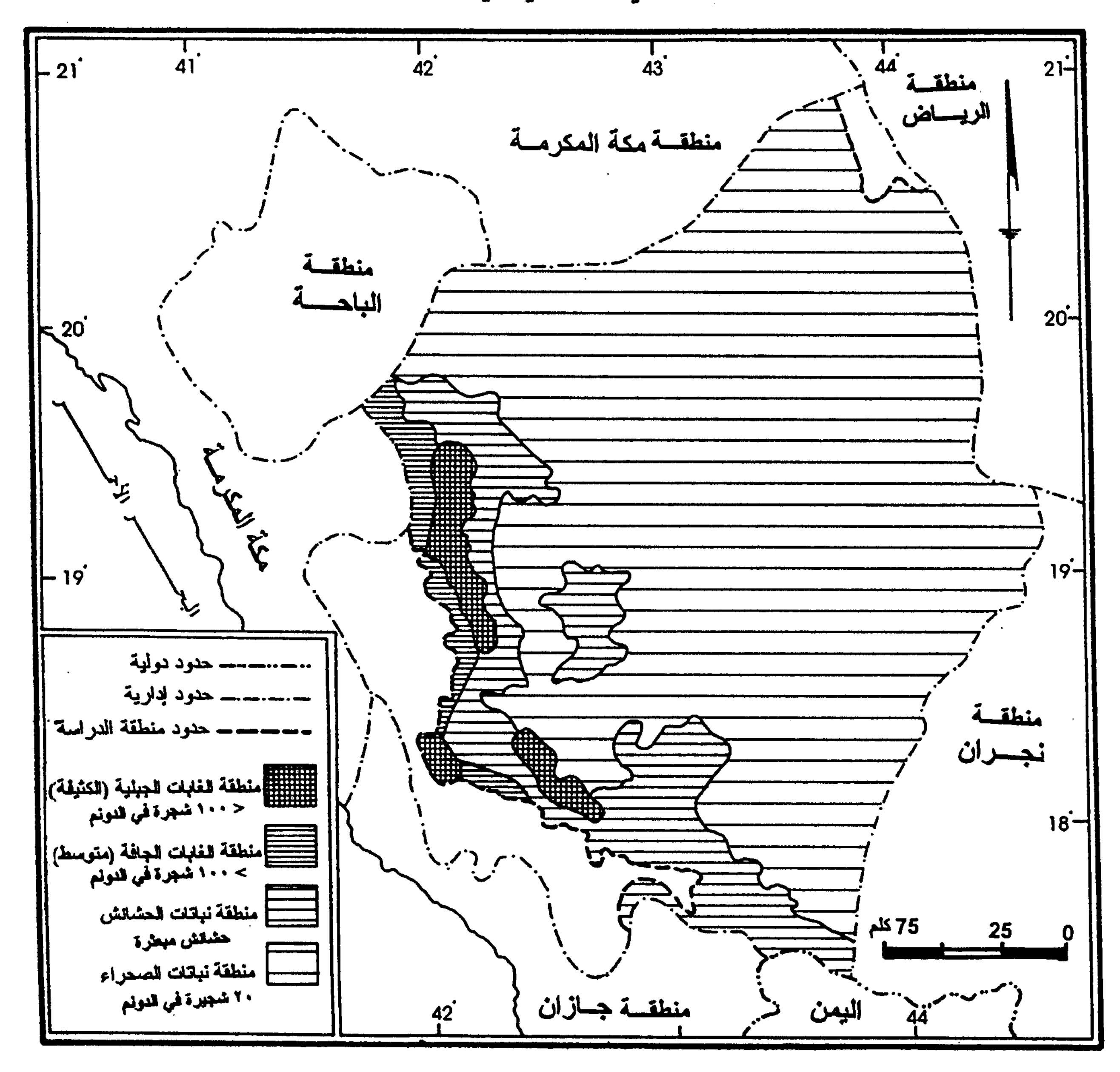
١- **الغابات الجبلية.**

يغطـــي حزام المرتفعات الشاهقة بين ١٥٠٠م-٣٠٠٠م فوق مستوى سطح البحر غابات كـــثيفة دائمـــة الخضرة Evergreen Coniferous Forests في أبها وبللسمر وصبح بلـــحمر وســـبت العلايـــا والنماص وتمنية وتنومة وفي الوديان العميقة حيث وعورتها وصـــعوبة الوصول لها أدى إلى حمايتها بصورة جيدة من الانقراض، وتتكون مجموعة نـــباتات الغابات الجبلية من غابات العرعـــر .Juniperus spp وغابات الزيتون البري (العـــتم) Olea Africana والفستق البري Pistacia palaestina وبعض الصنوبريات Cyperess، وتـــنمو الأشـــجار فـــي هذه المجموعة على المنحدرات الشرقية المنحدرة تدريجيا بشكل أفضل من المنحدرات الغربية الشديدة الانحدار التي تنمو في شكل أحزمة ضيقة حيث التربة عميقة. وتتسم هذه الغابات بأنها غابات كثيفة حيث يزيد عدد الأشجار فيها عن ١٠٠ شجرة في الدونم. حيدر، (١٩٨٧م)، بادي، (١٩٩٧م).

٢- **الغابات بالجبال قليلة الارتفاع.**

يغطـــي هـــذا النوع المنحدرات الجبلية التي يتراوح ارتفاعها بين ١٠٠٠- ١٥٠٠م فوق مستوى سطح البحر، وهي غابات متساقطة الأوراق Decidious Forests وتتكون من مجموعـــات نـــباتية مختـــلفة وهي ذات كثافة متوسطة يقل فيها عدد الأشجار عن ١٠٠ شـــجرة فـــي الدونـــم، وتبدأ مباشرة عند حافة غابات الزيتون ثم تواصل انتشارها نحو الهضـــاب الداخـــلية بصورة أقل كثافة، وتأخذ كثافة الأشجار بالزيادة كلما قلت المسافات بيـــنها وفي الوديان العميقة وبعض المواقع ذات التربة العميقة نوعاً ما عند سفوح التلال والمنحدرات البسيطة وعلى مجاري الأنهار.

شكل (٢٠)
كثافة الغطاء النباتي الطبيعي في منطقة عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000, NE 38-1, NE 38-2, NE 38-5, NE 38-6, NE 38-10, NE 38-13 ، وزارة البترول والثروة المعدنية ، (1999) م، وتعديل بيانات الخريطة الواردة من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ، دراسة لغابات المنطقة الجنوبية الغربية في المملكة العربية السعودية ، (1982 م) .

وتتكون مجموعة نباتات هذه الغابات من التشكيل النباتي المكون من أشجار نصف شوكية كالأكاسـيات والبلسـم Acacia-commiphora scrub والعوسـج Lycium shawii والسـرح Maerua crossifolia والسـدر Ziziphus spina-christi وبعض أشجار الطـرفيات كـالأثل العـربي .Tamarix spp. وقـد يتجمع نوع أو نوعان من أشجار الأكاسـيات في بعض الوديان وتشكل أدغالاً متجانسة عند ارتفاع أقل من ١٠٠٠م مثل مجموعات الطلح التي تضم Acacia hamulosa, Acacia ethbica, Acacia asak ومجموعات البلسم التي تضم Commiphora apobalsamum, Commiphora myrrha وبعض الأنواع المصاحبة مثل الشث Dodunea viscose والطباق Psiadia arabica وغيرها. وزارة الزراعة والمياه، (١٤٢٠هـ).

وتشـبه أشـجار مناطق الغابات المرتفعة في السروات الغابات المحيطة بحوض البحر الأبيـض المتوسط، وكذلك المتبقية في شرق أفريقيا ، مما يؤكد الاتصال القديم بين شبه الجزيـرة العربية وقارة أفريقيا وشبه القارة الهندية (أراضي جندوانا القديمة) وتنتج هذه الغابـات كميـات كـبيرة من المواد العضوية بشكل موسمي ، مما يساعد على تحسين خـواص التربة في المنطقة ، كما تساعد جذور الأشجار على استقرار التربة وتقلل من انجرافها ، وتوفر بعض أوراق الأشجار سطحاً واسعاً يظهر عليه الندى والضباب الكثيف اللذان يؤدي تكثفهما إلى توفير رطوبة دائمة طوال العام.

وتظـل منطقة الغابات في السروات تمثل بيئة طبيعية مهمة للترفيه عن السكان المحليين والزائـريـن من المناطق الأخرى داخل المملكة وخارجها لأنها تمثل غابات من الدرجة الثالثة ووظيفتها وقائية أكثر منها تجارية وصناعية.

ب- نباتات منطقة الحشائش.

تمـثل منطقة الحشائش جزءاً واسعاً من سروات منطقة عسير، بالإضافة إلى المساحات الـتي تفصـل بين أشـجار الغابات خاصة بين أشجار الأكاسيات .Acacia spp وأنواع الأثل .Tamarix spp، وتختـلف أنـواع الحشـائش من مكان لآخر حسب ارتفاع المنطقة ولكن تعد أحـواض الأوديـة ونهاياتها المنحدرة من الجبال من أغنى مناطق الحشائش كماً وكيفاً بالإضافة لـبعض الأشـجار الـتي تستفيد من تجمع المياه. وتغطي مناطق الجبال العالية الحشائش الألبية الحقيقيـة بيـنما تنتشـر فـي الأودية أنواع أخرى مثل القـرنفل البري Diantus uniflorus والبعيـثران Artemisia abyssinica والأقحـوان Anthemis yamensis وبعـض النباتات الـزاحفة مـن فصيلة المرار و الناقوسية و جميعها ذات أزهار جميلة متعددة الألوان وجذورها طرية، كما توجد مجموعة الزنبقيات المزهرة Liliaceae و هي حشائش قصيرة و شوكية وأيضاً

مجموعة البقليات Leguminosae ذات الأزهار البيضاء وحشائش الخبازيات Malvaceae التي تنمو في المناطق المرتفعة، وتظهر أيضاً عشرات الأنواع من نبات السرخسيات Filicanes مثل الكزبـــرة Coriandrum وذنب الحصان Equisetum على سفوح المنحدرات الغربية. ويتراوح اســـتخدام الأهـــالي لتلك الحشائش بين الأغراض الطبية والزينة ومناطق للرعي، وتتسم منطقة الحشائش بأنها أقل كثافة من منطقة الغابات. الشريف، (١٩٨٤م).

ج- نباتات منطقة الصحاري.

تـــتغير الكـــثافة النباتية في هذه المنطقة عن المناطق السابقة نظراً لتغير مظاهر السطح والظـــروف والخصـــائص المـــناخية المواتية له، حيث تمثل أقـــل المناطـــق النبـــاتية كثافـــة. وتنتشـــر النـــباتات الصحراوية في شرق مرتفعات منطقة عسير في عدد محدد من الأنواع التي توجـــد عـــلى شكل أعشاب وأشجار شـــوكية ونصف شوكية لكنها استطاعت التكيف والتأقلم مع الظـــــروف البيـــئية من حيث تحمل درجـــات الحرارة وقلة الأمطار، حيث تقترب المنطقة من ســـيطرة الكثـــبان الرمـــلية القريـــبـــــة من الربـــع الخالي. وأهـــــم هذه الأنواع نخيل التمر Phoenix dactylifera مـــن الفصـــيلة النخيـــلية والصـــبار Aloerubraviolacea واللـــبان Euphorbia sp. وأشجار المر Commiphora sp.، وجميع هذه الأنواع اعتمدت على جذورها الطويـــلة فـــي الحصول على الرطوبة الباطنية من الأرض وعلى التقليل من التبخر والنتح لقلة أوراقهـــا وصـــغر حجمهـــا وتحور بعضها إلى أشواك، أما الأعشاب فجميعها حولية أو موسمية تستطيع أن تنهي دورة حياتها في مدة قصيرة تنتهي بانتهاء موسم الرطوبة المتاحة مثل كف مريم Anastatica hierochuntica L وهو من النباتات الكوزية التي تسقط أوراقها في فصل الجفاف وتنطوي أغصانها وتذروها الرياح ولا يبقى منها إلا قرون مغلقة على البذور تستعيد دورة حياتها وتتفـــتح حيـــنما تصـــلها رطوبـــة الموســـم الـــتالـــي للأمطـــار. وكـــذلك نبـــات الشيكوريا Cichorium bottae وهو نـــوع من البقلـــة البرية ذات الزهور الزرقاء والتي ليست لها ساق وتظهر على شكل باقات كثيفة فوق الصخور. الشريف، (١٩٨٤م).

ثانياً - العوامل الجغرافية المؤثرة في المناخ.

إن دراسة خصائص الأمطار في منطقة عسير الجبلية تتطلب استعراض السمات المناخية العامـــة المميـــزة لها والعوامل المؤثرة فيها. وتتضمن العوامل المؤثرة في مناخ المنطقة الجبلية بعســـير عوامـــل جغـــرافية وأخرى ديناميكية كما هو الحال بالنسبة لأي إقليم آخر، إلا أن هذه الدراســـة ســـتركز عـــلى الخصائص التي جعلت للعوامل الجغرافية دوراً محدداً لمناخ المنطقة

المطـــري الناشـــئ عـــن ديناميكية مستتبة بأصولها ، لأنها ثابتة لا تتغير من وقت لآخر، ولكن تأثيرها يختلف من مكان لآخر.وهذا ما يحتم بدء المناقشة بالعوامل الجغرافية التالية :

الموقـــع الفلكـــي.

إن موقع المنطقة الجبلية بعسير في الجزء الجنوبي الغربي من المملكة العربية السعودية عـــلى شـــبكة العرض والطول (الفصل الأول) جعلها في المنطقة المدارية ضمن **منطقة المرتفع دون المـــداري، هذا** الموقع جعلـــها بعيدة عن مناطـــق نشـــوء ومسارات التيارات الاضطرابية الرئيســـة والثانوية في العالم ويتميز موقعها بالاستقرار والهدوء النسبي، إلا في حالة نشاط عمل المنخفضـــات الجويـــة عـــبر آليات البحر الأبيض المتوسط التي بدورها ترتبط بالآليات القطبية لنصـــف الكرة الشمالي، فالقرب الطولي والعرضي للبحر الأبيض المتوسط من المنطقة أدى إلى شدة تأثرها به.

والموقـــع الفلكي هو الذي يحدد طول الليل والنهار على مدار الفصول المختلفة، وكذلك زاويـــة ميل أشعة الشمس التي تتحكم في كمية الإشعاع الشمسي الذي يصل إلى سطح الأرض، حيث يختلف معدل الإشعاع باختلاف زاوية السقوط. و لذا نجد أن أشعة الشمس تتعامد على مدار الســـرطان بيـــنما يزيد مقدار زاوية ميل أشعتها تدريجياً كلما اتجهنا جنوب أو شمال هذا المدار فتصـــل لمـــنطقة عسير الجبلية بين شبه عمودية ومائلة، مما يؤدي إلى زيادة طول فترة سطوع الشمس وبالتالي ترتفع درجة الحرارة صيفاً في الأودية والأراضي شبه المستوية مقارنة بالمناطق الجبـــلية المرتفعة. وتزداد زاوية ميل الشمس في فصل الشتاء، وبالتالي تقل فترة سطوع الشمس مما يؤدي إلى انخفاض درجات الحرارة بشكل ملموس في المنطقة. ويؤثر الاختلاف الفصلي في كميـــة الإشـــعاع الشمســـي على نسبة تسخين سطح الأرض نتيجة لامتصاصه الطاقة الحرارية الساقطة من الشمس وكذلك في نسبة تسخين الهواء الملامس فيؤدي إلى اختلاف في نشاط مراكز الضـــغط الســـائدة صيفاً وشتاءً وبالتالي تنوع في الكتل الهوائية التي تسيطر على المنطقة. ويُعد الـــتعامل المشترك بين الكتلة المدارية البحرية والكتلة المدارية القارية أساساً لتوليد الأمطار على المنطقة في فصل الصيف بينما ترتبط أمطار فصل الشتاء بتردد انسياح الكتلة شبه القطبية القارية والكتـــلة شبه القطبية البحرية على المنطقة وتلاقيها مع الكتل الحارة المدارية القارية أو البحرية. أبـــو العطـــا، (١٩٩٤م).

ومـــع أن امـــتداد منطقة عسير قرابة (٤ْ) عرضية على شكل مضلع غير منتظم الشكل يحـــتوي في طرفه الغربي على جزء من أهم ظاهرة تضاريسية في المملكة وهي سروات عسير ومـــا تـــتميز به من امتداد وارتفاع كبيرين أديا إلى تباين الخصائص المناخية من حيث الحرارة

والرطوبة واختلاف كميات الأمطار بين أجزائها الشرقية والغربية. ورغم ذلك يظل تأثير الموقع الفلكي محدوداً قياساً بعاملي التضاريس والموقع الجغرافي.

الموقـــع الجغـــــرافي.

ونعني به موقع المنطقة الجبلية بعسير بالنسبة لما يحيط بها من المسطحات المائية والكتل اليابســـة، إذ تقع منطقة عسير الجبلية شرق ساحل البحر الأحمر، وهو بحر ضيق يقتصر تأثيره عـــلى المـــنطقة الســـاحلية المجـــاورة، وترجع تأثيرات البحر الأحمر المحدودة لضيقه من جهة وموازاة السروات له، ممـــا جعلهـــا تشـــكل حاجزا جبليا يحول دون وصول هذه التأثيرات إلى الهضـــاب الداخلية. كما أن قلة ارتفاع منطقة الهضاب الداخلية ساعدت على زيادة القارية وأدت إلى تعرضـــها لـــبعض الكـــتل الساخنة في فصل الصيف. أما تأثيرات مياه الخليج العربي وبحر العـــرب فهـــي الأخرى قليلة على المنطقة، في حين نجد أن أكثر المسطحات المائية تأثيراً على مـــناخ المنطقة الجبلية بعسير هي المسطحات المائية البعيدة الواسعة المتمثلة في المحيط الهندي والبحر الأبيض المتوسط لأنهما يقومان بتزويد الكتل الهوائية بنوعيها بكميات كبيرة من الرطوبة تصـــل المـــنطقة، كمـــا أن الـــرياح الموسمية الجنوبية الغربية تجلب على منطقة عسير رطوبة المـــناطق الاســـتوائية. وقـــد ساعد امتداد البحر الأحمر من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي بموازاة جبال الســـروات وبالقرب من البحر الأبيض المتوسط على وصول بعض الكتل الهوائية وعبور المنخفضات الجوية المتقدمة في شرق البحر الأبيض المتوسط والتي تصل تأثيراتها دائرة عرض ١٧° شمالاً.

وتـــتأثر المنطقة أيضاً في فصل الشتاء تأثراً كبيراً بالكتل اليابسة المحيطة بها من الشرق ومن الغرب، وتتمثل كتل اليابس الشرقية في المساحات الشاسعة للجزيرة العربية التي لا يفصلها عـــن بقية أجزاء آسيا سوى الخليج العربي، حيث تتعرض لهبوب الرياح الشمالية الشرقية الجافة الباردة في الشتاء والرياح الشمالية الشرقية الجافة الحارة في الصيف. ويظهر أثر صحاري شبه الجزيـــرة العربية (الدهناء – الربع الخالي) بوضوح في اتجاهات الرياح وإثارة الغبار والأتربة. أما كتل اليابس الغربية فتتمثل في المساحات الشاسعة لليابس الأفريقي التي تحد البحر الأحمر من الغـــرب وتؤثر في مناخ منطقة جبال السروات، ومن أبرزها تأثيرات منخفض السودان الموسمي وتأثيـــرات مـــنطقة الضـــغط الموسمية الصيفية والشتوية المتمركزة على الصحراء الكبرى التي يزحف أثرها ويسيطر على المنطقة رغم وجود البحر الأحمر الذي لا يساهم إلا بنسبة ضئيلة في تغيير أو انحراف تلك التأثيرات. الشريف، (١٩٧٦م)، حـــبيب، (١٩٨٩م).

التضـــــاريــس.

تؤثــر التضاريس بواسطة ارتفاعاتها المختلفة في مناخ منطقة عسير الجبلية، كما يتجلى ذلـك مــن خـلال التوزيع المكاني للحرارة و الأمطار بالسفوح التي تميزها اختلافات مستويات التضـــاريس. بالإضافة إلى امتداد الجبال طولاً وعرضاً مع فوارق تضاريسها وقممها إلى جانب توجيههـا بالنسـبة للظواهر الديناميكية للطقس، كالأمطار والرياح التي لها آثار مهمة على مناخ المـنطقة "إقليمياً ومحلياً. ويسود السروات بمنطقة عسير المدارية نظام فريد للأمطار يميزها عن بـاقي مناطق المملكة العربية السعودية. كما تتميز هذه الوحدة التضاريسية المتجانسة عن غيرها مــن الوحدات التضاريسية بعدة خصائص مهمة منها عامل الارتفاع الذي يلعب دوراً أساسياً في انخفـاض درجـة الحـرارة جدول (٦). فبمقارنة محطتي النماص وتثليث المتقاربتين من حيث الموقع على خط العرض والمختلفتين كثيراً من حيث الارتفاع عن سطح البحر يتبين، بجلاء، أثر عـامل الارتفاع على الاختلافات في الطقس والمناخ، فقد بلغ معدل الحرارة السنوي ٢٥,١ مْ في تثـليث التي تقع على ارتفاع ٩٧٥ م، بمسافة ٢٨٨ كلم بعيدا عن تأثيرات البحر الأحمر بينما لا يـتجاوز هذا المعدل ١٥,٧مْ في النماص التي تقع على ارتفاع ٢٦٠٠ م وتبعد بمسافة ١٣٣ كلم عـن الـبحر الأحمر. كما أن امتداد هذه الجبال من الشمال إلى الجنوب يشكل حاجزاً جبلياً أمام توغـل تأثيـرات الـبحر الأحمر إلى إقليم الهضاب الداخلية، وعليه فإن متوسط الحرارة يرتفع تدريجيـاً كـلما توغلـنا نحـو السفوح الشرقية بمرتفعات عسير أو كلما تناقص ارتفاع المحطة المناخية وقد تؤدي اختلافـــات الحرارة إلى حدوث تغيرات في الضغط الجوي ونسبة الرطوبة وكميات الأمطار و حركة الرياح. المولد، (١٩٨٣م).

ولا يقـف تأثير هذه المرتفعات بعلوها وامتدادها حاجزا يمنع تأثيرات البحر الأحمـــر مــن الوصـــــول إلى الهضاب الداخلية فقط، بل هو كذلك حاجز يمنع التأثيرات القارية للرياح الشـمالية والشـمالية الشـرقية الباردة من الوصول إلى السهل الساحلي، ويقلل من فرصة تأثير الـرياح الشـمالية الغربية في المنطقة. ويمثل امتداد خط تقسيم المياه للسروات الحد الفاصل بين السفوح الغربية المواجهة للرياح، نظرا لتعامدها على خط هبوب الرياح الغربية والجنوبية الغربية والسـفوح الشـرقية التي تشكل الهضبة الداخلية وهي منطقة ظل المطر بالنسبة للرياح المحملة بالأمطار التي تتساقط على المنطقة. ولذا نجد أن معدل الأمطار السنوي الفعلي يصل في محطتي الـنماص وأبها الجبليتين إلى ٤٧٤,٩ مم و٣٧٨,٧ مم على التوالي في حين ينخفض هذا المعدل بوضوح على السـفوح الداخليـة حيث لم يتجـاوز معـدل الأمطار السنوي الفعلي ١٤١,٧ مم و١٣٤,٤مم بمحطتي كل من بيشة وتثليث على التوالي الواقعتين في ظل المطر. كما يتضح أثر ارتفـاع وامتداد التضاريس الجبلية في منطقة سروات عسير في توزيع المعدلات الفعلية لأمطار فصل الصيف حيث لا تحظى بيشة وتثليث إلا بالنزر اليسير من هذه الأمطار بمعدل ٢٥,٣ مم

جدول (٦)

معدل درجة الحرارة مْ الشهرية والعظمى والصغرى والسنوية في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

المحطة	الارتفاع (م)	المعدلات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م/ السنوي
أبهـــا	٢٢٠٠	المعدل	١٣,١	١٤,٢	١٦,٣	١٨,٠	٢٠,٨	٢٣,١	٢٢,٨	٢٢,٢	٢١,٤	١٨,١	١٥,٤	١٣,٦	١٨,٢
		العظمى	١٩,٨	٢٠,٧	٢٢,٩	٢٤,٦	٢٧,٨	٣٠,٣	٣٠,١	٢٩,٩	٢٨,٨	٢٥,٧	٢٢,٦	٢٠,٥	٢٥,٣
		الصغرى	٦,٨	٨,٤	١٠,٤	١١,٦	١٣,٧	١٥,٥	١٥,٨	١٥,٦	١٣,٦	١٠,١	٧,٥	٦,٥	١١,٣
بيشة	١٠٢٠	المعدل	١٧,٨	١٩,٥	٢٣,٠	٢٥,٨	٢٩,٠	٣٠,٧	٣١,٢	٣١,٣	٢٨,١	٢٣,٦	٢٠,٤	١٨,٢	٢٤,٩
		العظمى	٢٦,٠	٢٨,١	٣١,١	٣٣,٧	٣٧,٠	٣٩,٣	٣٩,٢	٣٩,٢	٣٧,٠	٣٢,٨	٢٩,٢	٢٦,٨	٣٣,٣
		الصغرى	٩,٠	١٠,٨	١٤,٨	١٧,٥	٢٠,٦	٢١,٧	٢٣,٣	٢٣,٠	١٩,١	١٤,٤	١١,٢	٩,٠	١٦,٢
تثليث	٩٧٥	المعدل	١٧,٨	١٩,٩	٢٣,٦	٢٦,٢	٢٩,٣	٣٠,٩	٣١,٨	٣١,٧	٢٨,٦	٢٣,٩	١٩,٧	١٧,٧	٢٥,١
		العظمى	٢٥,٨	٢٨,٥	٣١,٥	٣٣,٤	٣٧,١	٣٩,٢	٣٩,٤	٣٩,٣	٣٧,٢	٣٢,٩	٢٨,٨	٢٦,٠	٣٣,٣
		الصغرى	٩,٣	١١,٧	١٦,٢	١٩,٠	٢٠,٩	٢٢,٢	٢٥,٤	٢٣,٨	٢٠,٦	١٤,٨	١١,٤	٩,٢	١٧,٠
خميس مشيط	٢٠٩٥	المعدل	١٣,٥	١٥,١	١٧,٢	١٨,٦	٢١,٤	٢٣,٥	٢٣,٥	٢٣,٠	٢٢,١	١٨,٧	١٥,٩	١٤,٢	١٩,٢
		العظمى	٢١,٦	٢٢,٨	٢٤,٩	٢٦,٢	٢٩,٦	٣١,٦	٣١,٦	٣١,٤	٣٠,٠	٢٦,٨	٢٤,٤	٢٢,٥	٢٦,٩
		الصغرى	٦,٥	٨,١	١٠,٦	١١,٨	١٣,٨	١٥,٥	١٦,٣	١٦,٠	١٣,٨	١٠,٠	٧,٧	٦,٥	١١,٤
سراة عبيدة	٢٤٠٠	المعدل	١٣,٠	١٣,٤	١٦,٠	١٧,٨	٢٠,٦	٢٢,٢	٢٢,٦	٢٢,٦	٢٠,٩	١٨,٠	١٤,٩	١٣,١	١٧,٩
		العظمى	١٩,٨	١٩,٨	٢٢,٠	٢٣,٩	٢٦,٧	٢٨,١	٢٩,٠	٢٨,٨	٢٦,٤	٢٣,٩	٢١,٦	٢٠,١	٢٤,٢
		الصغرى	٦,٢	٧,٠	٩,٩	١١,٥	١٤,٥	١٥,٥	١٦,١	١٦,٢	١٤,٥	١٢,١	٨,١	٦,١	١١,٥
سر لعصان	٢١٠٠	المعدل	١٢,٩	١٣,٩	١٦,٠	١٧,٣	١٩,٤	٢١,٦	٢٢,٢	٢٢,١	٢٠,٠	١٦,٥	١٣,٤	١٣,١	١٧,٤
		العظمى	١٨,٧	١٩,٢	٢١,٨	٢٣,٨	٢٦,٧	٣٠,٤	٣٠,٣	٣٠,٣	٢٩,٢	٢٥,٨	٢٢,١	٢٠,٢	٢٣,٤
		الصغرى	٦,٩	٨,٦	١٠,٢	١٠,٨	١١,٨	١٢,٧	١٤,٠	١٣,٩	١٠,٨	٧,٥	٥,٨	٦,٠	٩,٩
النماص	٢٦٠٠	المعدل	٩,٩	١٠,٨	١٣,٠	١٥,٠	١٧,٩	٢٠,٥	٢٠,٧	٢٠,٧	٢٠,٢	١٦,٣	١٢,٤	١٠,٦	١٥,٧
		العظمى	١٣,٩	١٥,١	١٧,٤	٢٠,٠	٢٣,٤	٢٦,٤	٢٥,٩	٢٦,٠	٢٦,٠	٢٢,٠	١٨,٠	١٩,٤	٢١,١
		الصغرى	٥,٨	٦,٣	٨,٥	٩,٨	١١,٩	١٤,٥	١٥,٤	١٥,٢	١٤,١	١٠,٨	٦,٦	٥,٨	١٠,٤

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

و٧,٧مـــم عـــلى الـــتوالي، في حين يصل هذا المعدل إلى ١٣٧,٦ مم و١٣٣,٣مم في كل من محطتي السودة وعلكم على التوالي ملحق (ب) ولا يقتصر أثر التناقض التضاريسي في اختلافات الأمطار على السفوح المواجهة والسفوح المظاهرة على المستوى المحلي بل تظهر تناقضاتها في مســافات قريبة بين مناطـــق متجـــاورة بســـبب النتوءات التضاريسية بين تلك المناطق. أحمد، (١٩٩٣م).

ثالثاً - العوامل الديناميكية المؤثرة في المناخ.

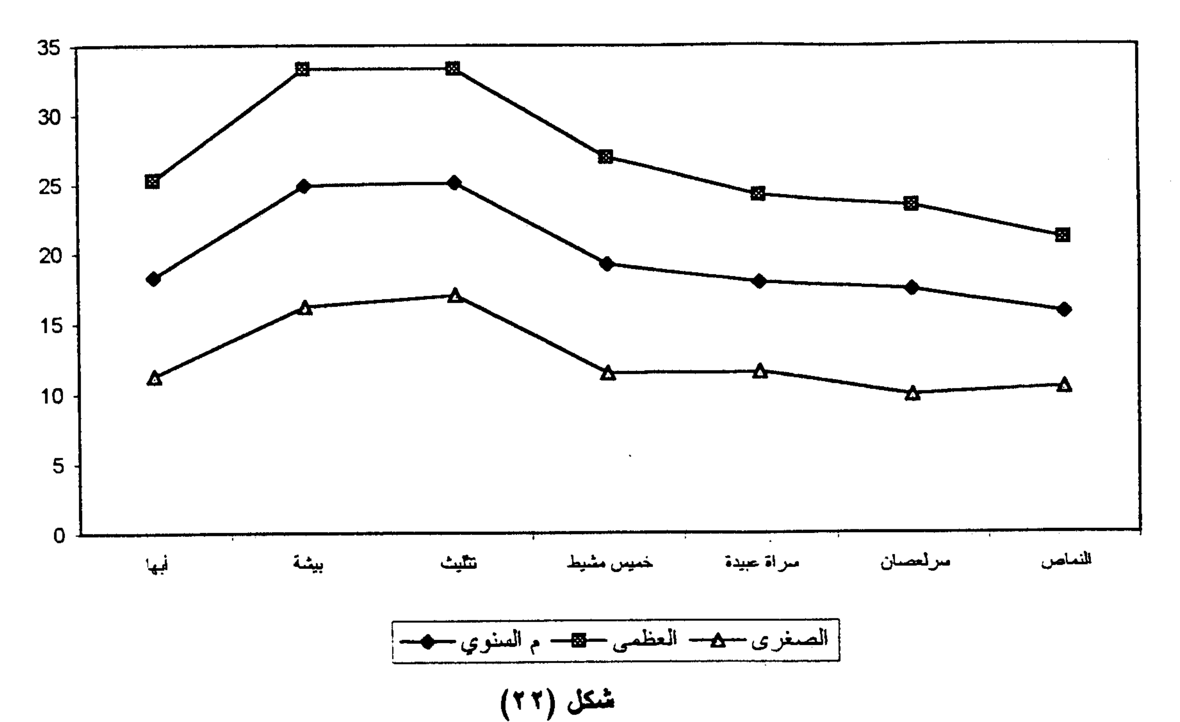
ترتـــبط العوامـــل الديـــناميكية (الحركية) بالعناصر المناخية التي لها دورمهم في تشكيل المـــناخ وخاصـــةً الضـــغط والجريان الجوي الذي يرتبط بالدورة العامة للغلاف الجوي ويتغير تأثيرها من مكان لآخر ومن وقت لآخر، ومن أهم هذه العوامل :

درجات الحرارة.

تتأثر درجات الحرارة في المنطقة الجبلية بعسير بعامل الارتفاع التضاريسي على الرغم مـــن وقوعها ضمن الإقليم المداري. فالتباين في ارتفاع التضاريس بين السفوح الشرقية والسفوح الغربية يعد من أكثر العوامل الجغرافية المؤثرة في درجات الحرارة. ولذا نجد أن معدل الحرارة الســـنوي لا يتجاوز ١٥,٧ْم بمحطة النماص التي تقع على ارتفاع ٢٦٠٠ م في حين نجد أن هذا المعـــدل الســـنوي يـــزيد تدريجيـــا نحو منطقة الهضبة الداخلية باتجاه الشرق والشمال الشرقي والشمال بســـبب انحدار السطح نحو الداخل بحيث يصل في بيشـــة التي تقع على ارتفاع ١٠٢٠ م وتثـــليث الـــتي تقـــع على ارتفاع ٩٧٥ م إلى ٢٤,٩ْم و٢٥,١ْم على التوالي . كما أن للموقع الفـــلكي أثـــره فـــي زيادة طول فترة سطوع الشمس وتسخين سطح الأرض في فصل الصيف، وبالـــتالي تصبح درجة الحرارة مرتفعة في المناطق المنخفضة صيفاً مقارنة بالمناطق المرتفعة. أمـــا في فصل الشتاء فتقل فترة سطوع الشمس بسبب زيادة ميل اشعتها مما يؤدي إلى انخفاض درجـــات الحـــرارة بشـــكل ملموس في المنطقة. وهذا الاختلاف في درجات الحرارة بين الليل والنهار وبين فصلي الصيف والشتاء يؤدي إلى كبر المدى الحراري الذي يعزى لارتفاع الحرارة فـــي درجاتهـــا العظمى في النهار وليس لانخفاض درجات الحرارة الدنيا في الليل لأن درجات الحـــــرارة تصـــل إلى مســـتويات عاليـــة في شهور الصيف مقارنة بشهور الشتاء جدول (٦) وشـــكل (٢١). وعليه تصل أعلى معدلات درجات الحرارة العظمى الســـــنوية إلى ٣٣,٣ْم في كل من محطتي بيشة وتثليث ، بينما تكون معدلات درجات الحرارة الصغرى السنوية بكل منهما بيـــن ١٦,٢ْم و١٧,٠ْم عـــلى الـــتوالي. بيـــنمـــــا يقـــــل هـــذا المعـــدل الســـنوي لدرجـــات الحـــرارة العظمى في محطة النماص ليصل إلى ٢١,١ْ م في حين يبلغ أدناه بمحطة سر لعصان ٩,٩ْ م .

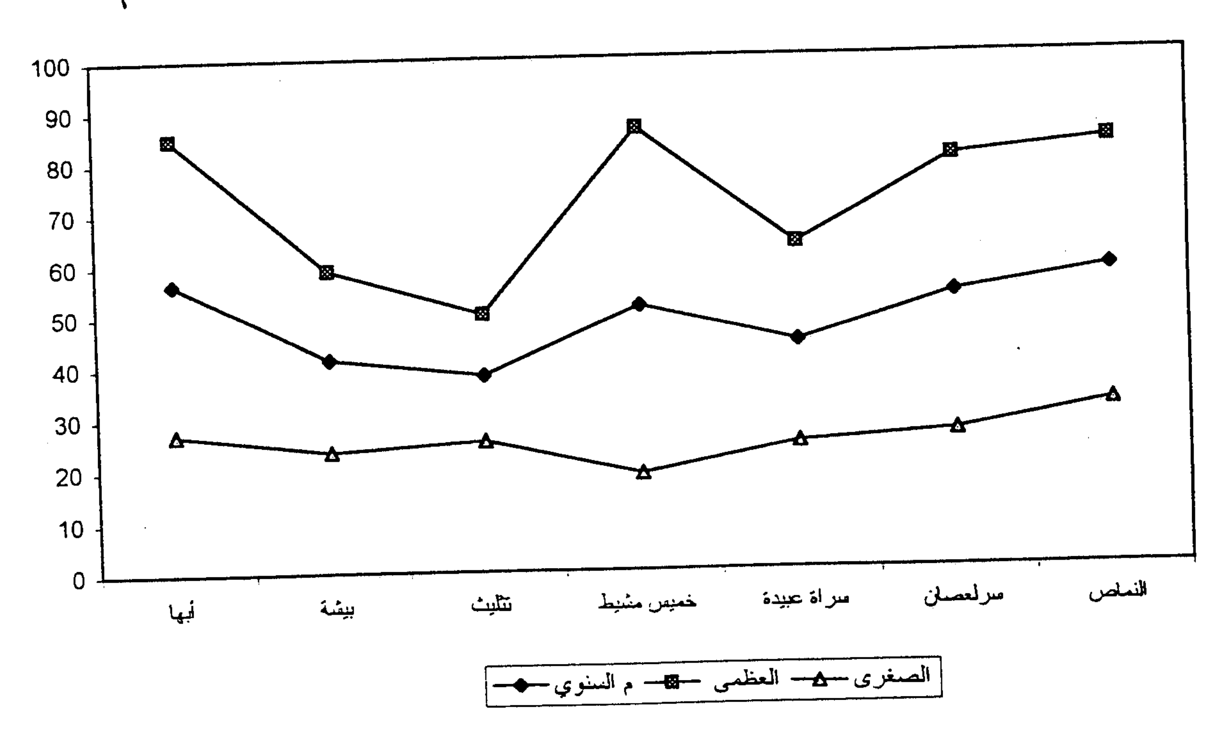
شكل (٢١)

معدل درجة الحرارة مْ السنوية والعظمى والصغرى في منطقة الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م.



شكل (٢٢)

معدل درجة الرطوبة النسبية % السنوية والعظمى والصغرى في منطقة الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ – ١٩٩٧ م

وتختــلف درجات الحرارة بين فصلي الشتاء والصيف في مرتفعات السروات والهضبة الداخلية حيث تصل معدلات الحرارة أدناها في فصل الشتاء بمحطة النماص ولا تتجاوز ١٠,٤ْم فــي حيــن تــرتفع تدريجيا بالهضبة الداخلية حيث تصل في كل من محطتي بيشة وتثلــيث إلى ١٨,٥ْم. أما في فصل الصيف فإن معدل درجة الحرارة يقل في منطقة المرتفعات بسبب الارتفاع حيــث لا يــتعدى معــدل الحرارة لهذا الفصل ٢٣,٣ْ م في جميع المحطات. في حين يرتفع هذا المعدل في محطات الهضبة الداخلية حيث يصل إلى ٣١,١ْ م و٣١,٥ْ م في محطتي بيشة وتثليث عــلى الــتوالي. وعــلى ضــوء ذلك يقل المدى الحراري السنوي بين محطات منطقة مرتفعات الســروات حيث يتراوح بين ١٠,٧ْ م في النماص و١٤,٠ْ م في أبها بينما نجده يزداد في منطقة الهضبة الداخلية حيث يصل إلى ١٧,١ْ م و١٦,٣ْ م في بيشة وتثليث على التوالي جدول (٧).

ومـمــا تقــدم يتضــح أن المنطقة الجبلية بعسير تخضع لنظام حراري متباين بفئتين من المحطات بين منطقة السروات ومنطقة الهضبة الداخلية هما :

١- **الفئة الأولى** وتمثلها ٥ محطات هي :
أبهــا وخميــس مشيط وسراة عبيدة وسر لعصان والنماص وهي محطات تقع بالسفوح الجبــلية للسروات الشمالية و الشرقية والغربية و تتميز بمعدل حراري يبلغ أقصاه خلال شهري يونيه ويوليو ٣١,٦ْ م وأدناه خلال شهر يناير بمعدل حراري يصل ٥,٨ْ م.

٢ - **الفــئة الثانية** وتمثلها محطتا **بيشة وتثليث** شمال وشمال شرق المنطقة الجبلية بعسير، وهــي محطات الهضاب الداخلية التي تتميز بمعدلات حرارية تبلغ أقصاها خلال شهري يونيو ويوليو ٣٩,٤ْ م وأدناه خلال شهر يناير بمعدل حراري يصل ٩ْ م.

الرطوبــة النســبية.

يعتمد بخار الماء الموجود في الهواء على عدة مصادر أهمها المسطحات المائية والتربة والأمطــار والغطــاء النــباتي، وتتأثر المنطقة الجبلية بعسير بالقرب من البحر الأحمر باعتباره المصــدر الرئيسي للرطوبة فيها وكذلك تعرضها للكتل الهوائية الجنوبية الغربية الرطبة وبعامل الارتفــاع الذي يؤدي إلى انخفاض درجة الحرارة. وتؤثر هذه العوامل مجتمعة في قدرة الهواء على حمل كمية بخار الماء، كما تؤثر الرطوبة النسبية في السفوح المعرضة للرياح الرطبة أكثر مــن غيرها. وبتفحص جدول (٨) نجد أن المعدلات السنوية للرطــوبة تأخذ في الارتفاع على المــناطق المرتفعة حيث تصل إلى ٥٧,٩% و٥٦,٣% بمحطتي النماص وأبها على التوالي وقد يعزى ذلك لانخفاض درجات الحرارة وغزارة الأمطار وكثافة الغطاء النباتي نوعاً ما، ومواقعها فــي السفوح الرطبة مقارنة بمنطقة الهضبة الداخلية التي تنخفض فيها بوضوح معدلات الرطوبة السنوية وتصل إلى ٣٨,١% و٤١,٤% في كل من محطتي تثليث وبيشة على التوالي

جدول (٧)

معدل درجة الحرارة مْ / العظمى والصغرى الفصلية والسنوية في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

المحطة	م / الشتاء مْ			م / الربيع مْ			م / الصيف مْ			م / الخريف مْ			م / السنوي مْ			المدى
	العظمى	الصغرى	المتوسط	العظمى	الصغرى	المتوسط	العظمى	الصغرى	المتوسط	العظمى	الصغرى	المتوسط	العظمى	الصغرى	المتوسط	السنوي
أبها	٢٠,٣	٧,٢	١٣,٨	٢٥,١	١١,٩	١٨,٤	٣٠,١	١٥,٦	٢٢,٧	٢٥,٧	١٠,٤	١٨,٣	٢٥,٣	١١,٣	١٨,٣	١٤,٠
بيشة	٢٧,٠	٩,٦	١٨,٥	٣٤,٠	١٧,٦	٢٥,٩	٣٩,٢	٢٢,٧	٣١,١	٣٣,٠	١٤,٩	٢٤,١	٣٣,٣	١٦,٢	٢٤,٨	١٧,١
تثليث	٢٦,٨	١٠,١	١٨,٥	٣٤,٠	١٨,٧	٢٦,٤	٣٩,٣	٢٣,٨	٣١,٥	٣٣,٠	١٥,٦	٢٤,١	٣٣,٣	١٧,٠	٢٥,٢	١٦,٣
خميس مشيط	٢٢,٣	٧,٠	١٤,٣	٢٦,٩	١٢,١	١٩,١	٣١,٥	١٥,٩	٢٣,٣	٢٧,٠	١٠,٥	١٨,٩	٢٦,٩	١١,٤	١٩,٢	١٥,٥
سراة عبيدة	١٩,٩	٦,٤	١٣,٢	٢٤,٢	١٢,٠	١٨,١	٢٨,٦	١٥,٩	٢٢,٥	٢٤,٠	١١,٥	١٨,٠	٢٤,٢	١١,٥	١٧,٩	١٢,٧
سر لعصان	١٨,٢	٧,١	١٣,٣	٢٢,٧	١٠,٩	١٧,٦	٢٨,٥	١٣,٥	٢٢,٠	٢٤,٢	٨,٠	١٦,٦	٢٣,٤	٩,٩	١٦,٧	١٣,٥
النماص	١٦,١	٦,٠	١٠,٤	٢٠,٣	١٠,١	١٥,٣	٢٦,١	١٥,٠	٢٠,٦	٢٢,٠	١٠,٥	١٦,٣	٢١,١	١٠,٤	١٥,٨	١٠,٧

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

جدول (٨)

معدل الرطوبة النسبية (%) الشهرية العظمى والصغرى والسنوية في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

المحطة	الارتفاع (م)	المعدلات	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م/ السنوي
أبهـــا	٢٢٠٠	المعدل	٧٠,٥	٦٨,٨	٦٥,٨	٦٠,٤	٥٢,٥	٤٠,٥	٤٦,٠	٥١,٨	٤١,٧	٤٧,٤	٦٢,٥	٦٧,٦	٥٦,٣
		العظمى	٩٣,٢	٩٢,٩	٩١,١	٨٧,٧	٨٢,٥	٧٠,٣	٧٤,٩	٨٢,٧	٧٥,٢	٨١,١	٩١,٥	٩٣,٦	٨٤,٧
		الصغرى	٣٦,٦	٣٩,٠	٣٦,٩	٣١,٤	٣٠,١	١٤,٩	١٩,٨	١٩,٦	١٦,٠	١٩,١	٢٦,٣	٣٣,٨	٢٦,٩
بيشة	١٠٢٠	المعدل	٥١,٤	٤٨,١	٤٨,٢	٤٤,٩	٤١,١	٣١,٨	٣١,٦	٣٣,٥	٣٢,٥	٣٦,٤	٤٦,١	٥٠,٦	٤١,٤
		العظمى	٧٣,٨	٦٩,٥	٦٩,٨	٦٧,٥	٦١,٢	٤٦,٢	٤٤,٢	٤٦,٩	٤٤,٠	٤٩,٠	٦٢,٧	٧١,٠	٥٨,٨
		الصغرى	٢٩,١	٢٦,٧	٢٦,٣	٢١,٩	٢٠,١	١٦,٨	١٩,٢	١٩,٩	٢١,٠	٢٣,٤	٢٦,٣	٣٠,١	٢٣,٤
تثليث	٩٧٥	المعدل	٥٠,٩	٤٦,٣	٤٢,٤	٤٣,٢	٣٧,٨	٢٧,٩	٢٧,٠	٢٨,٦	٢٦,٨	٣١,٨	٤٣,٠	٥١,٢	٣٨,١
		العظمى	٦٨,٠	٦٠,٨	٥٨,١	٦٢,٢	٥٢,٨	٣٦,١	٣٣,٢	٣٥,٩	٣٣,١	٣٩,٩	٥٣,٩	٦٥,٥	٥٠,٠
		الصغرى	٣٥,٥	٣٠,٤	٢٧,٨	٢٢,٩	٢٢,٣	١٩,٢	١٩,٧	٢٠,٤	١٩,٧	٢٣,١	٢٩,٠	٣٣,٨	٢٥,٣
خميس مشيط	٢٠٩٥	المعدل	٦٥,٣	٦٢,٨	٥٩,٩	٥٤,١	٤٨,٤	٣٧,٢	٤٢,٨	٤٩,٨	٣٦,٢	٣٩,٢	٥٦,٢	٦٤,٢	٥١,٣
		العظمى	٩٢,٦	٩١,٧	٩٠,٣	٨٩,٢	٨٥,٠	٧٧,٠	٨١,٣	٨٥,١	٧٧,٥	٧٩,٩	٩٠,٠	٩٢,٣	٨٦,٠
		الصغرى	٢٥,٢	٢٧,٤	٢٥,٧	٢٢,١	١٥,٥	١١,٤	١٤,٠	١٤,٩	١١,٩	١٣,٩	١٧,٨	٢٣,٣	١٨,٦
سراة عبيدة	٢٤٠٠	المعدل	٥١,٣	٥٧,٨	٥٢,٨	٤٩,٢	٤١,٣	٣٦,٨	٣٨,٨	٤١,٤	٣٣,٢	٣٤,٣	٤٢,٩	٤٩,٦	٤٤,١
		العظمى	٧٢,٩	٧٥,٥	٧٣,٨	٧١,٧	٦١,٤	٥٥,١	٥٨,٤	٦٤,٣	٤٥,٤	٤٧,٠	٦١,٦	٧١,٠	٦٣,٢
		الصغرى	٢٩,٧	٣٤,٣	٣١,٥	٢٦,٨	٢١,١	١٨,٣	١٩,٠	١٨,٣	١٩,٥	٢٢,٥	٢٤,١	٢٨,٣	٢٤,٤
سر لعصان	٢١٠٠	المعدل	٦٠,٠	٦١,٩	٥٨,٨	٥٨,٠	٥٣,١	٤٧,٠	٤٦,٨	٥٠,١	٤٤,٤	٤٩,٣	٥٣,٣	٥٧,٥	٥٣,٣
		العظمى	٨٤,٥	٨٤,٦	٨٢,٨	٨٣,٤	٨٣,١	٧٣,٥	٧٢,١	٧٩,٥	٧٤,٢	٧٥,٧	٨٢,٨	٨٣,٦	٨٠,٠
		الصغرى	٣٥,٣	٣٩,٢	٣٤,٦	٣٢,٣	٢٢,٩	١٩,٣	٢١,١	٢٠,١	١٧,٥	١٨,٥	٢٣,٦	٣١,٤	٢٦,٣
النماص	٢٦٠٠	المعدل	٧٠,٨	٦٩,٩	٦٦,٣	٦٢,٧	٥٦,٣	٤٦,٥	٤٨,٨	٥٠,٣	٤٧,٢	٥١,٦	٦٠,٤	٦٤,٠	٥٧,٩
		العظمى	٨٩,٢	٩٢,٢	٩٠,٠	٨٧,١	٨٣,٢	٧٢,١	٧٥,٠	٧٩,١	٧٤,٩	٧٨,٤	٨٧,٧	٨٦,٧	٨٣,٠
		الصغرى	٤٨,٤	٤٥,١	٤٢,٢	٣٧,١	٣٠,٣	٢١,٣	٢٥,٢	٢٢,٠	١٦,٩	٢١,٢	٣٤,٨	٣٧,٦	٣١,٨

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

وقد يعزى ذلك لموقعهما الداخلي في السفوح المظاهرة و قلة ارتفاعهما وانخفاض كمية الأمطار بهمـــا وتقلّص الغطاء النباتي في مناطقهما. وبالرجوع للجدول (٨) يلاحظ أن المناطق المرتفعة تـــتميز بأعـــلى المعدلات السنوية للرطوبة العظمى والصغرى كما هو الحال في محطة خميس مشيط حيث بلغت ٨٦,٠% و١٨,٦% على التوالي، في حين تنخفض هذه المعدلات في المناطق الأقـــل ارتفاعـــاً بالهضـــبة الداخلية كما هو الحال بمحطة تثليث التي سجلت أدنى قيمة لمعدلات الـــرطوبة الســـنوية العظـــمى حيث بلغت ٥٠% ومحطة بيشة التي سجلت أدنى قيمة لمعدلات الرطوبة السنوية الصغرى حيث بلغت ٢٣,٤% شكل (٢٢).

ونظـــراً لارتباط الرطوبة النسبية بشكل مباشر بالحرارة فهي تختلف كثيراً بين فصلي الشـــتاء والصـــيف نظـــراً لاختلاف الحرارة بين هذين الفصلين. وبصورة عامة تتزايد معدلات الـــرطوبة في فصل الشتاء بشكل ملحوظ حيث تصل أعلى معدل لها بنسبة ٦٩% في محطة أبها بمـــنطقة المرتفعات وأقل معدل لها بنسبة ٤٩,٥% في محطة تثليث بمنطقة الهضبة الداخلية في حين تكون على العكس من ذلك في فصل الصيف حيث تأخذ المعدلات بالانخفاض وتبلغ أقصاها في محطة النماص بنسبة ٤٨,٥% وأدناها في محطة تثليث بنسبة ٢٧,٨% جدول (٩). ويلاحظ أن المناطق المرتفعة تسجل باستمرار أعلى معدل للرطوبة النسبية في الشتاء والصيف، في حين تـــنخفض المعـــدلات بوضوح في منطقة الهضبة الداخلية خلال الفصلين نظراً لارتباط تغيرات الرطوبة بصورة مباشرة بتغيرات درجات الحرارة.

ولذا فإن فصل الشتاء يُعد فترة الرطوبة العظمى في منطقة المرتفعات حيث بلغ أقصى معدل للرطوبة في محطة أبها ٩٣,٢ % وأدناه في محطة خميس مشيط ٢٥,٣ % وقد يعزى ذلك إلى انخفاض درجات الحرارة وتركز الأمطار بفصل الشتاء والربيع في منطقة المرتفعات مقارنة بمـــنطقة الهضـــبة الداخـــلية التي لا يتعـــــدى أقصى وأدنى معدل للرطوبة بها في محطة بيشة ٧١,٤ % و٢٨,٦ % على التوالي.

ويـــتميز فصـــل الصيف بقلة معدلات الرطوبة العظمى والصغرى عما كانت عليه في فصـــل الشـــتاء في منطقة المرتفعات إذ تصل فيها الرطوبة إلى أقصاها في محطة خميس مشيط ٨١,٢% وأدناهـــا فـــي محطـــة أبها ١٨,١ %. وقد يعزى ذلك لطبيعة الأمطار الرعدية و قلة تســـاقطها فـــي هذا الفصل مقارنة بفصل الشتاء. يلي منطقة المرتفعات الهضبة الداخلية إذ تصل الـــرطوبة النســـبية العظمى إلى أقصاها وأدنـــاها في محطة بيشة إلى ٤٥,٨ % و١٨,٦% على التوالي.

جدول (٩)

معدل الرطوبة النسبية (%) العظمى والصغرى الفصلية والسنوية في المحطات المناخية ١٩٧٠م - ١٩٩٧م

المحطة	م / الشتاء %			م / الربيع %			م / الصيف %			م / الخريف %			م / السنوي %		
	العظمى	الصغرى	المتوسط	العظمى	الصغرى	المتوسط	العظمى	الصغرى	المتوسط	العظمى	الصغرى	المتوسط	العظمى	الصغرى	المتوسط
أبها	٩٣,٢	٣٦,٥	٦٩,٠	٨٧,١	٣٢,٨	٥٩,٦	٧٦,٠	١٨,١	٤٦,١	٨٢,٦	٢٠,٥	٥٠,٥	٨٤,٧	٢٦,٩	٥٦,٣
بيشة	٧١,٤	٢٨,٦	٥٠,٠	٦٦,٢	٢٢,٦	٤٤,٧	٤٥,٨	١٨,٦	٣٢,٣	٥١,٩	٢٣,٦	٣٨,٣	٥٨,٨	٢٣,٤	٤١,٤
تثليث	٦٤,٨	٣٣,٢	٤٩,٥	٥٧,٧	٢٤,٣	٤١,١	٣٥,١	١٩,٨	٢٧,٨	٤٢,٣	٢٣,٩	٣٣,٨	٥٠,٠	٢٥,٣	٣٨,١
خميس مشيط	٩٢,٢	٢٥,٣	٦٤,١	٨٨,٢	٢١,١	٥٤,١	٨١,٢	٤٠,٣	٤٣,٢	٨٢,٥	١٤,٥	٤٣,٩	٨٦,٠	١٨,٦	٥١,٣
سراة عبيدة	٧٣,٢	٣٠,٧	٥٢,٩	٦٩,٠	٢٦,٤	٤٧,٨	٥٩,٣	١٨,٥	٣٩,٠	٥١,٣	٢٢,٠	٣٦,٨	٦٣,٢	٢٤,٤	٤٤,١
سر لعصان	٨٤,٢	٣٥,٣	٥٩,٨	٨٣,١	٢٩,٩	٥٦,٦	٧٥,٠	٢٠,٢	٤٧,٩	٧٧,٦	١٩,٨	٤٩,٠	٨٠,٠	٢٦,٣	٥٣,٣
النماص	٨٩,٤	٤٣,٧	٦٨,٢	٨٦,٧	٣٦,٥	٦١,٧	٧٥,٤	٢٢,٨	٤٨,٥	٨٠,٣	٢٤,٣	٥٣,٠	٨٣,٠	٣١,٨	٥٧,٩

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

مراكز الضغط الجوية وحركة تيارات الهواء الفصلية.

تخضع المملكة بصورة عامة والأراضي الجبلية في عسير بصورة خاصة إلى تغيرات موسمية ومحلية في توزيع مراكز الضغط المرتفعة والمنخفضة بين الشتاء والصيف وفصلي الانتقال، وهذه المراكز تؤثر بدورها في إمكانات حدوث الأمطار لارتباطها بحركة التيارات الهوائية الرطبة أفقياً ورأسياً، وبالمدى الذي تتحرك فيه تلك التيارات. ونظراً لقرب البحر الأبيض المتوسط من منطقة الدراسة، فهي تتعرض في فصلي الشتاء والربيع إلى المنخفضات والأعاصير الجوية نتيجة لتناوب الاضطرابات الجوية الناشئة فوق البحر الأبيض المتوسط خاصة عندما تلتحم وتندمج بالمنخفض السوداني. أما في فصل الصيف فتتعرض المنطقة المرتفعة في عسير إلى التيارات الهوائية الجنوبية الغربية الموسمية، وهي نتاج تفاعل المنخفض الجوي السوداني في المنطقة مع المنخفض الجوي العربي، الذي يتمركز في وسط الجزيرة العربية، ومع بداية فصل الخريف بسبب التناقص التدريجي في درجة الحرارة فإن المنخفضات الجوية المتوسطية تعود للظهور خاصة في شهري أكتوبر ونوفمبر مما يؤدي إلى سقوط الأمطار المصاحبة للعواصف الرعدية.

مواقع مناطق الجبهات. (Frontal Zones)

يطلق على مستوى الالتقاء بين كتلة الهواء البارد وكتلة الهواء الساخن "جبهة "، حيث يصعد الهواء الساخن الرطب فوق الهواء البارد في اتجاه مائل، مما يعرضه للبرودة والتكاثف وتساقطه على شكل أمطار. وتخضع المنطقة الجبلية في عسير لتأثير عدد من الجبهات تتسبب في سقوط الأمطار هي :

أ - **جبهة التلاقي المدارية.**

تحدث جبهة التلاقي المدارية في فصل الصيف، وتتكوّن نتيجة التقاء الرياح التجارية الشمالية الشرقية، والتجارية الجنوبية الشرقية (الموسمية الرطبة)، وتكوّن هذه الجبهة منطقة مائلة تقع مقدمتها مباشرة على سطح الأرض أو قريباً منه، وسبب هذا الميل في جبهة التلاقي المدارية هو نتيجة طبيعية للتناقضات الحرارية والرطوبية بين الرياح المتواجدة على جانبي الفاصل المداري، فالرياح التجارية الجنوبية الشرقية القادمة من فوق المحيطات تكون عادة أبرد من الرياح التجارية الشمالية الشرقية القادمة من قلب القارات، ولهذا فإن منطقة اللقاء تميل إلى أعلى في اتجاه الرياح الجنوبية الشرقية تاركة الفرصة لهذه الرياح لاحتلال الأجزاء السفلية من الغلاف الجوي، مما يرغم الرياح التجارية الشمالية الشرقية على الصعود إلى أعلى على طول منطقة اللقاء، ولهذا فإن

الـــرياح التجارية تبتعد تدريجياً عن سطح الأرض. وتتعرض المنطقة الجبلية في عسير كـــباقي المـــناطق المدارية لموقع جبهة التلاقي المدارية، حيث تصلها التيارات الموسمية الجـــنوبية الغربية الممطرة. ويزداد تأثير هذه الجبهة أحياناً عندما تســـيطر موجـــة الـــتيار النفاث المداري الشرقي التي تنشأ فوق جنوب قارة آسيا على ارتفاع ١٦ كم فوق سطح البحر عند دائرة العـــرض ١٥ْ شمالاً، وتكون سرعتها أكـــثر من ١٨٥ كم/ساعة بشـــكل مباشـــــــر على التحـــركات الرأسية العنيفة للتيارات الهوائية الجنوبية الغربية الممطـــرة، التي تكون مسيطرة على الطبقات السطحية من الجو، و تؤدي هذه الوضعية الجويـــة عـــند اســـتقرارها على منطقة الجنوب الغربي في المملكة إلى تساقط الأمطار وخاصة على المنطقة الجبلية بعسير. الأحيدب، (١٩٨٥م)، التوم، (١٩٨٦م).

ب - جبهة فصل الشتاء.

تتكون في منتصف فصل الشتاء جبهتان :

- الأولى فـــوق الخـــليج العربي نتيجة لالتقاء الكتلة الهوائية الشمالية الشرقية الجافة الـــباردة القادمة من أواسط آسيا مع الكتلة الهوائية الشمالية الغربية الباردة الرطبة القادمة من البحر الأبيض المتوسط، وتؤدي هذه الوضعية الجوية إلى تساقط أمطار شتوية غزيرة وباردة .
- وتـــتكون الجـــبهة الـــثانية فوق البحر الأحمر الذي يعتبر دافئاً، نتيجة التقاء الكتل الهوائية الشمالية شبه القطبية الرطبة القادمة من شمال أوروبا عبر البحر الأبيض المتوســـط مع الكتل الهوائية المدارية القادمة من بحر العرب، وتتأثر بهذه الجبهة جـــبال الســـروات بمـــنطقة عســـير أكثر من غيرها من مناطق الأراضي الجبلية بالممـــلكة العربية السعودية، ويؤدي ذلك إلى ظهور اضطرابات تؤدي إلى سقوط أمطار شتوية غزيرة خاصة على منطقة الجنوب الغربي التي تقع ضمنها المنطقة الجبلية بعسير. الشريف، (١٩٧٧م).

ج - جبهة الفصول الانتقالية. (فصلا الربيع والخريف).

تتكون جبهة الفصول الانتقالية نتيجة التقاء الكتلة الهوائية البحرية الباردة نسبياً القادمة من الشـــمال مـــع الكتلة الهوائية المدارية البحرية الدافئة الرطبة القادمة من المناطق المدارية. وقد يـــتزامن مـــع هذه الوضعية الجوية في بعض الأحيان امتداد منخفض السودان الذي يساعد على تـــلطيف درجـــة حرارة الكتل الهوائية وعلى تغذيتها بالرطوبة مما يؤدي إلى اشتداد هذه الجبهة وتحولهـــا من شمالية شرقية إلى جنوبية وجنوبية شرقية على المملكة بصورة عامة وعلى منطقة عســـير بصورة خاصة، وتتسبب هذه الجبهة في نشوء العواصف الرعدية التي تصاحبها أمطار

غزيرة. وتتأثر عملية التكاثف بتضاريس منطقة عسير حتى ولو كانت قليلة، فتزداد السحب التي تصاحبها زيادة في كمية الأمطار. الشريف، (١٩٧٧م).

الخطوط الرئيسة للمناخ الديناميكي في الأراضي الجبلية بعسير.

تعتبر في الوقت الحاضر الدراسات التحليلية في المناخ الديناميكي (الحركي)، التي تهدف إلى تحديد مختلف الوضعيات الجوية الأكثر تردداً على منطقة ما، بهدف التعرف على خصائصها المناخية من أهم الدراسات العلمية المناخية وأكثرها تطوراً. وتنطلق المنهجية الديناميكية من التعريف الحركي للمناخ الذي يمكن تقديمه بالصيغة التالية، المناخ هو نمط تردد مختلف نماذج الطقس على منطقة ما لفترة زمنية طويلة. وعليه جلّ هدفنا يكمن في بيان الصورة الجوية العامة لفصول السنة المعبرة على أساس فلكي ثم تليها دراسة لبعض الحالات الأكثر تطوراً وتبلوراً وترددا التي تهطل أمطاراً على الأراضي الجبلية بعسير مستعينين ببيانات الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة "الخرائط السطحية" CFO-MEPA نواتج حزم " METPRO Ver 3.1" وعليه يكون توزيع الضغط والجريان الجوي في الجزيرة العربية كالتالي :

أ- توزيع الضغط الجوي والرياح في فصل الشتاء.

تتأثر المملكة العربية السعودية في فصل الشتاء بما فيها الأراضي الجبلية بعسير بعدة مراكز رئيسة ثابتة للعمل نسبياً هي مناطق الضغط المرتفعة والمنخفضة، حيث يكثر تردد الضغط المرتفع السيبيري الذي يلتقي مع الضغط المرتفع الأزوري بالمحيط الأطلسي Acores والممتد إلى شمال أفريقيا والسودان والحبشة، ويجاور مراكز الضغط المرتفع بعض مراكز الضغط المنخفض المحلية التي تتولد لأسباب ديناميكية تتعلق أساساً بتطور عمليات "التلاقي" فوق شرق البحر الأبيض المتوسط حول جزيرة قبرص، أما فيما يتعلق بمنخفض السودان جنوب البحر الأحمر ومنخفض الهند الآسيوي فهما منخفضان حراريان، نتيجة لتباين درجة الحرارة بين اليابس والماء.

ونظراً لقرب البحر الأبيض المتوسط من المملكة فهو يُعد ممراً لعبور الاضطرابات الجوية شبه القطبية والأطلسية المولدة للأمطار، علاوة على إسهامه في نشوء اضطرابات جوية متوسطية لأنه يتمتع بوجود ثلاث خلايا مولدة للاضطرابات الجوية هي: خلية البحر الأبيض المتوسط الغربية، وخلية البحر الأبيض المتوسط المركزية، وخلية البحر الأبيض المتوسط الشرقية. وتعد الخلية الشرقية من أهم الخلايا الجوية المولدة للاضطرابات المتوسطية بالنسبة للمناطق الشرقية والجنوبية الشرقية للبحر الأبيض المتوسط، وهي بدورها لا تؤثر على المناطق الشمالية للمملكة فحسب، بل يتعدى تأثيرها ليصل إلى كافة الأجزاء الغربية والجنوبية الغربية

للمملكة، حيث يسود المنطقة حالة من عدم الاستقرار المطلق للجو المصحوب بعواصف مطرية ذات أهمية خاصة ، وبانخفاض ملحوظ في درجة الحرارة. قربه، (١٩٨٣م).

وتـــتأثر التيارات الهوائية كثيراً بهذه الوضعية الديناميكية فتتعرض المنطقة للكتلة الهوائية الشـــمالية الـــتي تتأثر اتجاهاتها بمؤثرات غربية أو شرقية حسب تركز مراكز الضغط المرتفعة وتعمقهـــا أكثر داخل الجزيرة العربية، فإذا كان مركز الضغط المرتفع فوق شمال أفريقيا واقترب بعمقـــه من البحر الأحمر فإن ذلك يؤدي إلى ظهور التيارات الهوائية الشمالية، والشمالية الغربية والغـــربية الـــتي قد تكون ممطرة بالجهة الغربية من السروات بمنطقة عسير. أما إذا كان مركز الضـــغط المرتفع على الجانب الآسيوي فإن اتجاه التيارات الهوائية يكون شمالياً، وشمالياً شرقياً على منطقة الهضاب، والجهة الشرقية من السروات بمنطقة عسير. وفي فصل الشتاء تنجذب إلى مركـــز الضـــغط المـــنخفض المتمركز شرق البحر الأبيض المتوسط بعض الكتل الهوائية شبه القطـــبية الـــباردة والمدارية الحارة ، وينشأ من تلاقيهما حالة من عدم الاستقرار يصاحبها سقوط أمطار غزيرة بسبب تناقض خصائصهما. إضافة إلى ذلك تنشأ فوق المملكة في هذا الفصل كتلة مداريـــة قارية بسبب تمركز واستقرار مراكز الضغط المرتفعة فوق المنطقة وتتحرك تلك الكتلة مثيرة للغبار والأتربة بسبب جفافها، ولكنها معتدلة الحرارة. أحمد، (١٩٩٣م).

ب- توزيع الضغط الجوي والرياح في فصل الربيع.

يعد فصل الربيع مرحلة انتقالية يقل فيها أثر بعض مراكز الضغط المرتفعة مثل المرتفع الســـيبيري الذي يتراجع إلى أقصى الشمال، واستقرار المرتفع الأزوري على جزر الأزور ، في حين نجد تأثر المنطقة بمراكز الضغط المنخفضة واستمرار نشوء الاضطرابات الجوية عن خلية المتوسط الشرقية الديناميكية، ويتقدم مركز المنخفض الآسيوي الممتد على جنوب وجنوب غرب آســـيا والمـــتحد مع المنخفض السوداني الممتد شمالاً حتى يصل الصحراء الكبرى، ويتصل هذا المركـــز المـــنخفض بالمـــنخفض الاستوائي الدائم. ويكمن أحد الأسباب الرئيسة في تكوين تلك الســـاحة المهمـــة من الضغط المنخفض لاختلاف درجات الحرارة بين اليابس والماء، إلا أنه في الطبقات العليا يظل الضغط مرتفعاً ويستمر الهواء في خفسه. وتتأثر منطقة جنوب غرب المملكة بمســـاحة وحـــركة منخفض السودان الحراري فهو يتحرك شرقاً نحو مراكز الضغط المنخفضة شمالاً وجنوباً لا سيما في حالة تزامنه مع منخفض المتوسط الشرقي الذي يعبر عن عملية تنشيط خلية المتوسط الشرقي. ومن أهم الوضعيات الجوية التي تعمل على تنشيط خلية المتوسط الشرقي مع نهاية الشتاء والربيع هي :

١ - تغيير الجريان الشامل (السينوبتي) السائد المرتبط بتموج التيار النفاث القطبي.

تستطيع قاع موجة التيار النفاث - في حالة تحقق التموجات العميقة - أن تقع فوق خلية المتوسط الشرقي، ويلاحظ ذلك في حالة الجريان "بسرعة بطيئة حيث تكون أقل من ١٥٠ كلم/ساعة عند مستوى ٥٠٠ مليبار"، مما يسمح بتغيير جذري للجريان الجوي السينوبتي على سطح الأرض وتحقق انسياحات هوائية يعبر عنها بالكتلة الهوائية القطبية أو شبه القطبية نحو عروض متوسطية وعلى العكس انسياحات كتل هوائية شبه مدارية أو شبه قطبية نحو عروض معتدلة على سطح الأرض، وهذا ما يدعى بالانسياحات[١] Advection الحارة المعوضة "تيارات التعويض". من خلال هذا الوصف الذي تؤكده دراسة خرائط مستويات ٥٠٠ مليبار الصادرة من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة بالمملكة العربية السعودية، نستنتج بأن نشوء الفاعليات الاضطرابية على البحر الأبيض المتوسط يتطلب تطور انسياحات باردة على إحدى خلاياه مدعوماً بطبقات الجو العليا "بتموج" مهم للرياح النفاثة هذا الانسياح يولد آلية التلاقي Convergence وبالتالي تكّون المنخفضات الجوية المتوسطية وحالات عدم الاستقرار المطلق المرتبطة معها. لا شك أن أثر هذه المنخفضات يبقى محدوداً على جبال السروات بمنطقة عسير لولا آليات التفاعل القائمة بين منخفض المتوسط الشرقي ومنخفض السودان التي تسمح بحدوث أمطار مهمة نتيجة لما تولده عمليات التفاعل هذه من سيطرة تيارات هوائية جنوبية غربية قادرة على اسقاط أمطار مهمة على جبال السروات أي على الأراضي الجبلية في عسير. وتتلخص هذه الآلية الديناميكية الواجب توفرها بين مراكز العمل لكي تسقط الأمطار على جبال السروات وخاصة في فصل الربيع. هذا الفصل يشهد تردداً لتطور الانسياحات البادرة الناتجة عن تموج الرياح الغربية السريعة في طبقات الجو العليا وتغيير جذري للجريان السينوبتي على سطح الأرض من جريان غربي عام إلى شبه طولي عام يسمح بتكوّن الاضطرابات على العروض المتوسطية. ويتركز هطول الأمطار في فصل الربيع بشكل أساسي على التفاعل المشترك القائم بين المنخفض المتوسطي الشرقي ومنخفض السودان، إلا أن هذا لا ينفي وجود آليات ربيعية تسمح بهطول أمطار على جبال السروات في منطقة عسير وربما تكون أقل أهمية من حيث التردد والتبلور والوضوح.

---

[١] بعض الباحثين يفضل كلمة تدفق هوائي إلا أن كلمة انسياح لغوياً هي أكثر ملاءمة للتعبير عن تحرك الكتل الهوائية للجريان الشبه الطولي.

٢ - الوضعية الجوية المرتبطة بسيطرة توزيع محدد لمراكز العمل.

ترتبط في هذه الوضعية الكتل الهوائية وحركتها العامة بمراكز العمل الرئيسة على سطح الأرض، ومـــن أهم هذه الوضعيات تشكل المرتفع الجوي الأوربي وتسييره لانسياح كتل هوائية قارية باردة على جهته الشرقية باتجاه المتوسط الشرقي أو عندما يسيطر المرتفع الأزوري على أوروبا الغربية أثناء امتداده الشمالي والشرقي. وفي جميع هذه الوضعيات تنساح كتل هوائية قارية أوروبية نحو المتوسط الشرقي وينشأ عن ذلك تلاقٍ هوائي يؤدي إلى نشوء اضطرابات جوية تكوّن بها الكتل الهوائية الأوروبية الباردة القطاعات الباردة . للجبهات الباردة المتوسطية التي تبدأ بعد ذلك بالتقدم نحو الشرق "بلاد الشام" وقادرة على تجميـــع الســـحب وســـقوط الأمطار على الســـروات بواســـطة منخفـــض الســـودان. قـــربه، (١٩٨٣م). ويرجع التغير الشديد لمنطقة إنتشار منخفض السودان الجغرافية إلى الـــتغير الكبير لاستطالاته الشمالية متأثراً بالاستدعاء المتوسطي وهذا النشاط الاستطلالي عادة ما يكون متأثراً ومسهلاً بعاملين اثنين :

٢-١ شدة التسخين القاري لأنه منخفض حراري قاري ناشئ عن سخونة المساحات الواسعة من الأراضي في غرب وجنوب البحر الأحمر.

٢-٢ شـــكل امـــتداد الـــبحر الأحمر كممر مائي ذي محور عام جنوبي شمالي أثر في شكل الاســـتطالات الشمالية للمنخفض، حيث تشتد كلما ازدادت الفاعليات الاضطرابية على شـــمال مـــنطقة الـــبحر الأحمر أو شرق البحر المتوسط وتطور عمل منخفض شرقي المتوســـط، نتيجة لذلك فإن اتجاه التيارات الهوائية السطحية تصبح جنوبية إلى جنوبية غربية وجنوبية شرقية يطلق عليها اسم الأزيب. تكون حارة وجافة ومثيرة للغبار على أواسط المملكة، فتتأثر الأطراف الشرقية من هضبة عسير. وتتقلص تلك الاستطالة كلما قلّ التضافر بين عمل المنخفضين وازدادت الفاعليات القارية وسادت نماذج من مراكز الضغوط المرتفعة فوق شبه الجزيرة العربية أو على غرب البحر الأحمر، فيكون اتجاه التيارات الهوائية شمالياً غربياً كما كانت في فصل الشتاء.

ولا يقتصر أثر منخفض السودان على اتجاه الكتل الهوائية، بل تتعرض السروات بمنطقة عســـير إلى ظاهـــرة عـــدم الاســـتقرار الجوي في حال تزامنه مع مراكز الضغط الاضطرابية الشمالية. ومن هذا يتضح أن تذبذب منخفض السودان حسب محور البحر الأحمر يعد من أحسن الأدلة على وجود عمل مشترك وتأثر مستمر بمراكز الضغط الاضطرابية الشمالية، وهذا بدوره يـــؤدي إلى انسياح كتل هوائية شبه قطبية مع كتل هوائية مدارية رطبة ينجم عن تلاقيهما أمطار غزيرة على حافة جـــرف جبال الســـروات. Siraj, (1984).

ج- توزيع الضغط الجوي والرياح في فصل الصيف.

تـتأثر المملكة العـربية السعودية بعدة مراكز ضغط منخفضة موسمية هي: **المنخفض العـربي** الذي يسود الجزيرة العربية و**منخفض الهند الموسمي** و**منخفض السودان** الذي يتضافر عمله مع منخفض الهند الموسمي فيعمل على استتباب جريان تيار هوائي جنوبي غربي عام. كما تـتعرض المنطقة إلى الكتلة الهوائية المدارية البحرية التي تتولد في المحيط الهندي وتنتقل خلال بحر العرب والخليج العربي نحو الشمال والشمال الغربي، ويتصف الطقس أثناء تواجدها بارتفاع الـرطوبة النسـبية واعتدال درجات الحرارة وانخفاض الضغط ووجود الغيوم وهطول الأمطار. وتُعـد عمـلية التسخين الشديدة التي يتعرض لها اليابس هي المسئولة عن تكوين تلك الوضعية الجويـة على السطح التي يقابلها وضعية جوية لمراكز الضغط (مرتفعة) في طبقات الجو العليا بسبب تصاعد حركة الهواء. وعليه يتأثر اتجاه التيارات الهوائية بمراكز الضغط المرتفعة وبالتيار الـنفاث المـداري الشـرقي في الطبقات العليا من الجو، وتمر موجة هذا التيار بجنوب الجزيرة العربية وشرق أفريقيا والسودان والهند في مستوى التيارات الشرقية، ويصاحب جناح هذا التيار المداري الشمالي هبوط في الهواء مما عمق آثار الجفاف فوق المملكة، ويستثنى من ذلك في هذا الفصل المنطقة الجبلية بعسير. عزيز، (١٩٧٢م)، أحمد، (١٩٩٣م).

د- توزيع الضغط الجوي والرياح في فصل الخريف.

تتلاشى في هذا الفصل مراكز الضغط المنخفضة التي كانت تغطي شبه الجزيرة العربية والصـحراء الكـبرى ووسط آسيا، بالإضافة إلى بعض مراكز الضغط المحلية التي كانت سائدة بصـفة موسمية فوق البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط والخليج العربي ، ويبدأ اقتراب أثر مراكـز الضغط المرتفعة والمنخفضة الرئيسة والثابتة نسبياً والتي كانت في فصل الشتاء ، فتتأثر المـنطقة بالاضـطرابات الجويـة الناشئة على خلية المتوسط الشرقي، والتي تقوم بعملية تنشيط مراكـز الضـغط الأخـرى التي تقع إلى الجنوب منها كمنخفض السودان الحراري. وتتعرض المـنطقة إلى تيارات هوائية شمالية غربية ويقل تعرضها للتيارات الهوائية الجنوبية الغربية عما كـانت عـليه فـي فصل الصيف، في حين تعود للظهور تيارات هوائية شمالية شرقية وجنوبية شـرقية تتوغل في منطقة التيارات الهوائية الجنوبية الغربية معطية انطباعاً باضمحلال التيارات الهوائيـة الجـنوبية الغربية الموسمية، وهذا مؤشر مهم على عودة نشاط مراكز الضغط المرتفع رويـداً رويداً مع اقتراب فصل الشتاء وخاصة فيما يتعلق بعودة سيطرة المرتفع السيبيري الذي يشتهر باستطالاته في فصل الشتاء خاصة على الجزيرة العربية.

الديناميكية المطرية في الأراضي الجبلية بعسير.

يتضح من خلال توزيعات الضغط والجريان الجوي العام Atmospheric Circulation فـي المنطقة الجبلية بعسير تأثرها بتوزيعات الضغط الجوي السائدة في فصلي الربيع والصيف، كما دلـت عليه بيانات معدلات الأمطار المسجلة في هذين الفصلين خلال فترة الدراسة، حيث يتبين بوضـوح تبلور موسمين مطريين مهمين على هذه المنطقة. ويلي فصلي الربيع والصيف لمعـدلات الأمطـار، فصـل الشتاء من حيث الأهمية بالنسبة للمنطقة آخذاً في الحسبان ارتفاع معدلات الأمطار في الكثير من المحطات لهذا الفصل خلال الفترة الزمنية المقاسة.

وتمثل منطقة الأراضي الجبلية في عسير أقل المناطق تذبذباً وأكثرها انتظاماً في كميات الأمطار الهاطلة مقارنة مع بقية مناطق المملكة وخاصة في الفصول المطيرة، وهذه الظاهرة تُعد من أهم المؤشرات الطبيعية المناخية لأهمية المنطقة من حيث البيئة الطبيعية والغطاء النباتي.

الفصول الممطرة.

عُرف الفصل كما ورد في القاموس المحيط "هو الحاجز بين شيئين"، و الفصل كما ذكر في القاموس الجغرافي، هو أ حد فصول السنة التي تتميز بأحوال مناخية خاصة تنشأ عن دوران الأرض حول الشمس وميل محورها، والفصلية للمطر تعني الفصل بين الفصل الممطر والفصل الجـاف، كمـا عرف الفصل المطير في المعجم الجغرافي بالموسم، لارتباطه بالموسميات وهي تيارات هوائية تهب في مواسم محددة من السنة تمثل دورة منتظمة للهواء المتحرك ما بين اليابس والماء خلال نصفي السنة الصيفي والشتوي. وقد تم تحديد الفصل المطير بالفترة الزمنية القياسية المعمول بها لكل فصل من فصول السنة، وعليه يمكن اعتبار الفصل المطير في المنطقة الجبلية بعسـير هـو مجموع كميات الأمطار الساقطة في ذلك الفصل دون غيره. وفصلية الأمطار، لها دور كـبير فـي تحديد نوعية وخاصية المطر بالمنطقة. ومن أهم الفصول المطيرة في المنطقة الجبلية بعسيرفصل الربيع. الفيروز، (١٩٨٧م)، الأيوبي، (١٩٨٨م).

أ- **فصل الربيع.**

تعـد معـدلات الأمطار المطلقة في فصل الربيع المرتبة الأولى لجميع المحطات بمنطقة عسير الجبلية إذ بلغت نسبة أمطاره من مجموع المعدل السنوي لمحطات المنطقة ٥٦,٥% وهذه النسبة تفوق نصف المعدل السنوي، مما يعني أهمية كميات الأمطار لهذا الفصل. ويبلغ المعدل المطلق لأمطـار فصـل الربيع ١٠٣,٦ مم على مستوى منطقة الدراسة، وهو معدل مرتفع مقارناً ببقية فصـول السـنة الأخرى جدول (١٠). ويمثل فصل الربيع شهر مارس وأبريل ومايو، وفي هذا الفصـل تـبدأ الزيادة لمعدلات الأمطار المطلقة بشكل ملحوظ، ثم تأخذ المعدلات بالارتفاع حتى تصل الكمية القصـوى في شهر أبريل حيث يمثل فترة وسطية لموسم الربيع ثم تتناقص الأمطار

جدول (١٠)

النسبة المئوية لمعدلات الأمطار الفصلية المطلقة والفعلية

من المعدلات السنوية في المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠ ــ ١٩٩٧م

الفصـــل	المعدل المطلق للأمطار (مم)	عدد المحطات	(%) من المعدل السنوي	المعدل الفعلي للأمطار (مم)	عدد المحطات	(%) من المعدل السنوي
الربيع	١٠٣,٦	٣٥	٥٦,٥	١٣٣,٦	٣٥	٤٤,٠
الشتاء	٣١,٧	١٦	١٧,٣	٦٦,١	١٨	٢١,٨
الصيف	٣٢,٩	١٨	١٧,٩	٥٩,٦	١٣	١٩,٦
الخريف	١٥,٢	١	٨,٣	٤٤,٢	٤	١٤,٦
المعدل السنوي	١٨٣,٤	ــــ	١٠٠	٣٠٣,٥	ــــ	١٠٠

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

في شهر مايو عن شهر أبريل، إلا أن أمطار شهر مارس تبقى أكثر أهمية من أمطار شهر مايو. ويتضـــح بعد دراسة توزيع الضغط والجريان الجوي العام في المنطقة الجبلية بعسير أن أمطار فصل الربيع تخضع إلى نوع من الأمطار الاضطرابية التي تنشأ من :

١- العمل المشترك بين منخفض السودان مع منخفض البحر الأبيض المتوسط الشرقي الذي يؤدي إلى عملية تنشيط الخلايا الاضطرابية للكتلة الهوائية التي تقع جنوب البحر الأحمر وهـــذا يـــؤدي إلى تقابل كتل هوائية شبه قطبية مع كتل هوائية مدارية رطبة على جبال السروات.

٢- تطـــور آليـــات "التسلسل الهوائي البارد" على أراضي الجزيرة العربية أي دخول جبهات هوائيـــة بـــاردة ذات تغذية مستمرة تسمح بتوغل الجبهات حتى أواسط الجزيرة العربية وبالتالي تطور الفاعليات الاضطرابية على مختلف أجزاء الجزيرة العربية وهذا ما يمكن أن يـــتحقق في حالة توغل أحد المنخفضات المتوسطية الشرقية حسب المحور "قبرص- الكويـــت" أو بواســـطة كـــتل باردة شبه قطبية منفرجة من المرتفع الأوروبي مع أواخر الشتاء، والحالة الأكثر شيوعاً تلاحظ عندما يتطور "منخفض البحر الأسود" الذي سيوجه كتلاً هوائية باردة جداً خلف جبهاته الباردة على بلاد الشام والبحر المتوسط، الأمر الذي سيحرض الفاعليات الاضطرابية على المتوسط الشرقي ومن ثم على المنطقة الجبلية في عسير.

ب- <u>فصل الصيف.</u>

تـــأتي معـــدلات الأمطار المطلقة في فصل الصيف في المرتبة الثانية بعد فصل الربيع، لجميـــع المحطـــات بمنطقة عسير الجبلية، حيث بلغت نسبة أمطاره من مجموع المعدل السنوي لمحطـــات المـــنطقة ١٧,٩% وبلغ المعـــدل المطلق لأمطار هذا الفصل ٣٢,٩ مم على مستوى منطقة الدراسة جدول(١٠) ويمثل فصل الصيف شهور يونيو ويوليو وأغسطس. وتزداد معدلات الأمطار بشكل ملحوظ خلال هذا الفصل في شهر أغسطس بسبب توغل التيارات الجنوبية الغربية الرطبة، ويعتبر شهر أغسطس ممثلاً لفصل الصيف بالنسبة لكافة المحطات.

ويتضح بعد دراسة توزيع الضغط والجريان الجوي العام في المنطقة الجبلية بعسير، أن أمطار فصل الصيف تخضع لآليات التفاعل بين منخفض الهند الموسمي ومنخفض السودان الذي يعّرض المنطقة لاصطدام الكتلة الهوائية المدارية البحرية الممتلئة بالرطوبة بجدار السروات، مما ينشـــط حـــركة تصاعد الهواء وبالتالي تحقق الآلية الادياباتية التي ينجم عنها أمطار غزيرة على جـــرف السروات وخاصة السفوح المواجهة. وتمكّن هذه الآلية من تحديد الشروط العامة الواجب توفرها لتحقق الآليات الموسمية الصيفية المطيرة كما يلي :

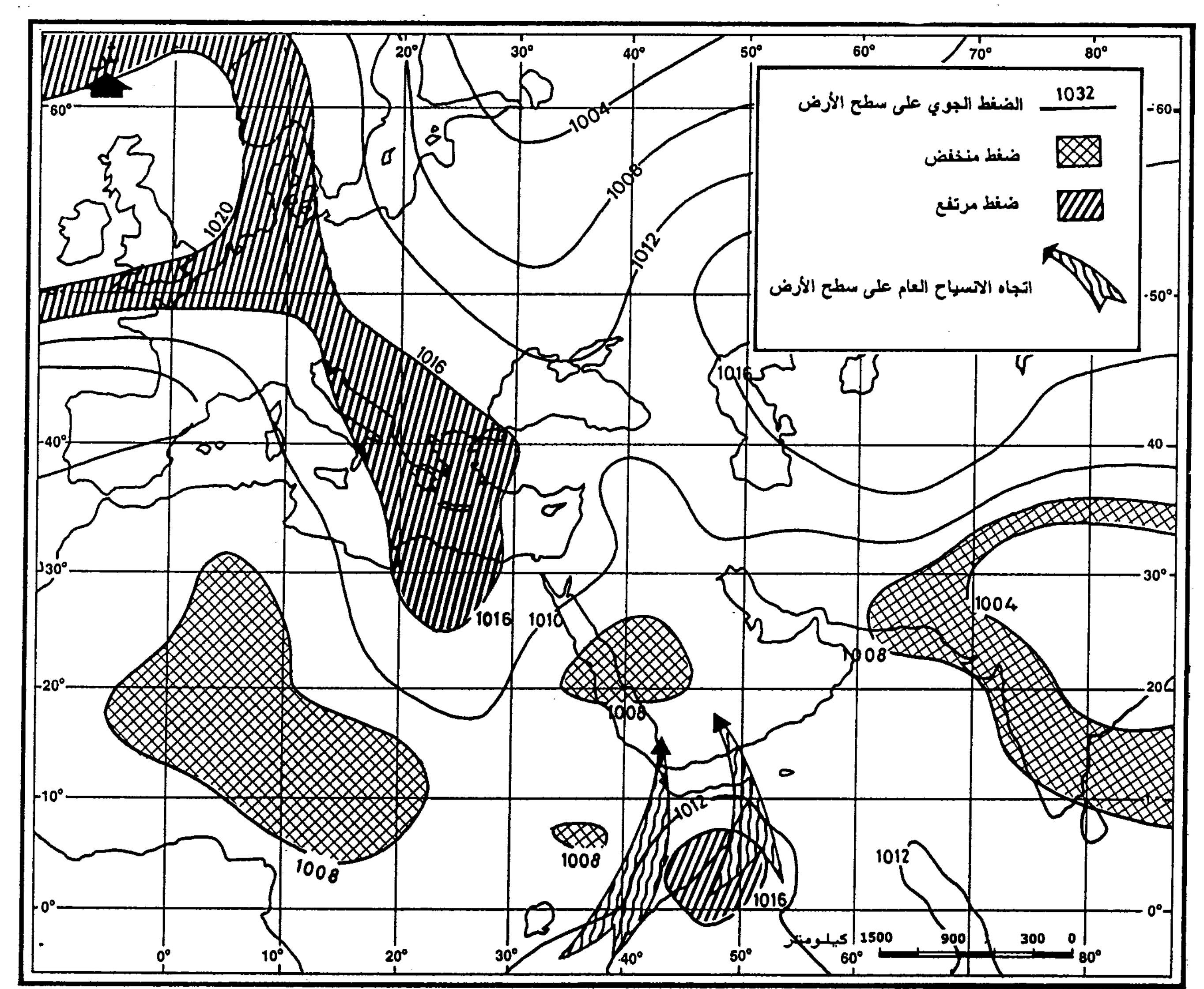
١. تحقق الوضعيات الجوية المناسبة في مستوى ٥٠٠ مليبار بشكل تسمح به "الرياح الجيوستروفية" الغربية العامة السريعة في جعل الجريان الجوي السائد أو السينوبتي على سطح الأرض من توجيه تيار جنوبي جنوبي غربي على جبال السروات.
٢. أن تكون الوضعيات المتعلقة بتوزيعات الضغط الجوي على سطح الأرض قادرة على استدراج واستقطاب الهواء المداري الحار والرطب باتجاه جبال السروات التي تشكل الحاجز الأوروغرافي (الجبلي) القادر على استمطار هذه الرياح
٣. تمركز الخلية الغربية لمنخفض الهند الموسمي على أواسط الجزيرة العربية التي سيتيح تعمقها القيام بهذا الدور الاستقطابي للرياح الجنوبية الغربية.
٤. تحقق آليات التصاعد المجبر وتحقق الآليات الأدياباتية داخل هذه الرياح المتصاعدة التي تمكّن من حدوث عدم الاستقرار الذي سيلاحظ بحدوث وتطور التغيم لمختلف أنواع الغيوم الركامية "الكومولوس" cumulus، التي ستحقق في وقت لاحق أمطاراً مهمة على جبال السروات بمنطقة عسير.

- **بدايات تكوين الموسميات الصيفية.**

أخذاً في الحسبان الموقع الفلكي لأراضي المملكة العربية السعودية بشكل عام والمنطقة الجبلية بعسير بشكل خاص، وحركة الشمس الظاهرية التي تسمح بورود الأشعة الشمسية على المنطقة بزاوية كبيرة تتراوح بين ٥٠°ــ٥٥° من بداية الربيع الفلكي فإن التسخين العام على أراضي الجزيرة العربية يبدأ بالتفاقم مع نهاية مارس وبداية أبريل. ويعتبرهذا التسخين من أهم الخصائص المناخية للجزيرة العربية إذ يصبح العامل المتحكم والمهيمن على الظروف المناخية الأخرى رويداً رويداً كلما تقدمنا إلى قلب الصيف، وذلك نتيجة للتراجع التدريجي لكامل النظام القطبي في نصف الكرة الشمالي نحو العروض الأكثر شمالية. شكل (٢٣) يعكس بشكل واضح بداية التسخين وتراجع النظام القطبي لنصف الكرة الشمالي، مع ملاحظة تقدم منخفض الهند الموسمي الذي يحاول التقدم نحو الشرق مكوناً بداية لخلية عربية له ١٠٠٨ مليبار، كما تبدو بشكل واضح خلايا ضغط المنخفض الحراري التي بدأت بالتكون على الجزيرة العربية والصحراء الكبرى، وتقهقر اللسان البارد "الانسياح البارد" على البحر المتوسط المركزي سامحاً للنظام الجنوبي الغربي العام بالاستتباب على الأجزاء الجنوبية الغربية للمملكة ولعسير بشكل خاص.

شكل (٢٣)

الوضعية الجوية ليوم ٢٩/٤/١٩٩٩م، بدايات التسخين وتراجع النظام القطبي وبداية سيطرة المنخفض الهندي الموسمي.



* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

ولقـــد سجلت محطات الأرصاد الجوية التابعة للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة في يوم ٢٩/٤/١٩٩٩م، عناصر الطقس في ذلك اليوم القياسات التالية:

يوم ٢٩/٤/١٩٩٩م	أبهـــــا	خميس مشيط
متوسط الضغط الجوي	٧٩٣,٧	٧٩٧,٢
درجة الحرارة العظمى اليومية	٢٧,٥	٢٩,٧
درجة الحرارة الصغرى اليومية	١٤,٠	١٣,٤
الرطوبة النسبية العظمى	%٧٧	%٧٧
الرطوبة النسبية الوسطية	%٤٦	%٥٠
اتجاه الرياح السائدة	S	SW
سرعة الرياح	٩,٣ كم/س	١١,١ كم/س
الأمطار	–	٤,٦ ملم

ومع تطـــور التسخين التدريجي تصبح هذه الآلية أكثر وضوحاً ويستتب العمل المشترك بين منخفض الهند الموسمي بخليته العربية ومنخفض السودان.

ج- فصل الشتاء.

تعتـــبر المعدلات المطلقة في فصل الشتاء لجميع المحطات في المنطقة الجبلية بعسير في المرتـــبة الثالـــثة بعـــد فصل الصيف من حيث كمية الأمطار، إذ بلغت نسبة أمطاره من مجموع المعـــدل الســـنوي بمحطات المنطقة ١٧,٣% وبلغ المعدل المطلق لأمطار هذا الفصل ٣١,٧ مم عـــلى مستوى منطقة الدراسة جدول (١٠) ونظراً لأن نسبة أمطار هذا الفصل بالإضافة لمعدله قريبة من فصل الصيف فهذا يعني أهمية هذا الفصل في المنطقة الجبلية بعسير.

ويمـــثل فصـــل الشـــتاء شـــهور ديسمبر ويناير وفبراير، ونظراً لزيادة انخفاض انحدار (غراديان) درجة الحرارة الناجمة عن الارتفاع التضاريسي في هذا الفصل، مما يؤدي إلى زيادة تكـــاثف بخار الماء في مستويات التكاثف للبحر الأحمر، فإن معدلات الأمطار تعبر عن ذلك في محطـــات عســـير الجبلية خاصة في الارتفاعات العالية. ويُعد شهر يناير ممثلاً جيداً لهذا الفصل بالنسبة لكافة محطات المنطقة.

وتخضع بشكل عام آلية هطول الأمطار فوق المنطقة الجبلية بعسير في فصل الشتاء إلى آلية الأمطار الاضطرابية التي تنشأ فوق البحر الأبيض المتوسط ، نتيجة تقابل الكتل الهوائية شبه القطـــبية الـــباردة مع الكتل الهوائية المدارية الرطبة، وينجم عن تلاقيها حالة من عدم الاستقرار

تــؤدي إلى سقوط الأمطار بغزارة على جبال السروات بمنطقة عسير وخاصة الأجزاء الشمالية القريــبة مــن نفوذ الاضطرابات الجوية الشمالية، حيث يقل تأثير هذه الاضطرابات كلما اتجهنا جــنوب منطقة عسير أو الجهات الشرقية التي تمثل ظل المطر، ويمكن في هذا الفصل الذي يعد بحق فصل نشاط المرتفعات الجوية، وخاصة المرتفع القادم من سيبيريا الذي يوجه على الجزيرة العربية هواء بارداً منعشاً يسمح بانخفاض ملاحظ لدرجات الحرارة ليلاً، وهيمنة للشروط القارية المــثالية عــلى كــل أجــزاء الجزيــرة العربية "عدا منطقة السواحل". تستشعر جبال السروات والأراضــي المرتفعة في عسير هذه الوضعيات الجوية للضغوط المرتفعة بتكّون ظاهرة الضباب الــذي يصبح حادثة ليلية مستمرة لمعظم ليالي الشتاء. في الواقع يلاحظ تكّون الضباب إبتداءً من مســتوى ٢٠٠٠ م منذ الساعة الثامنة مساءً، وهذا دليل على شدة التبرد الليلي (التبريد الإشعاعي ليــلاً) فــي هــذه الأراضــي الجبلية، والذي يستمر إلى الساعات الأولى من الصباح، حيث يبدأ بالتلاشــي مع شروق الشمس رويداً رويداً الضباب المتكاثف والواقع فوق كافة السطوح الباردة وفي مثل هذه الليالي الضبابية يعد الضباب المصدر الثاني للرطوبة بعد أمطار الشتاء، وعليه فإن للضباب أهمية لكونه مصدراً مهماً لمياه التكاثف في المنطقة الجبلية بعسير، حيث أثبتت الدراسات الحديثة أهمية مياه تكاثف الضباب على الأراضي الجبلية في هوامش الجزيرة العربية. المهيري، (٢٠٠١م).

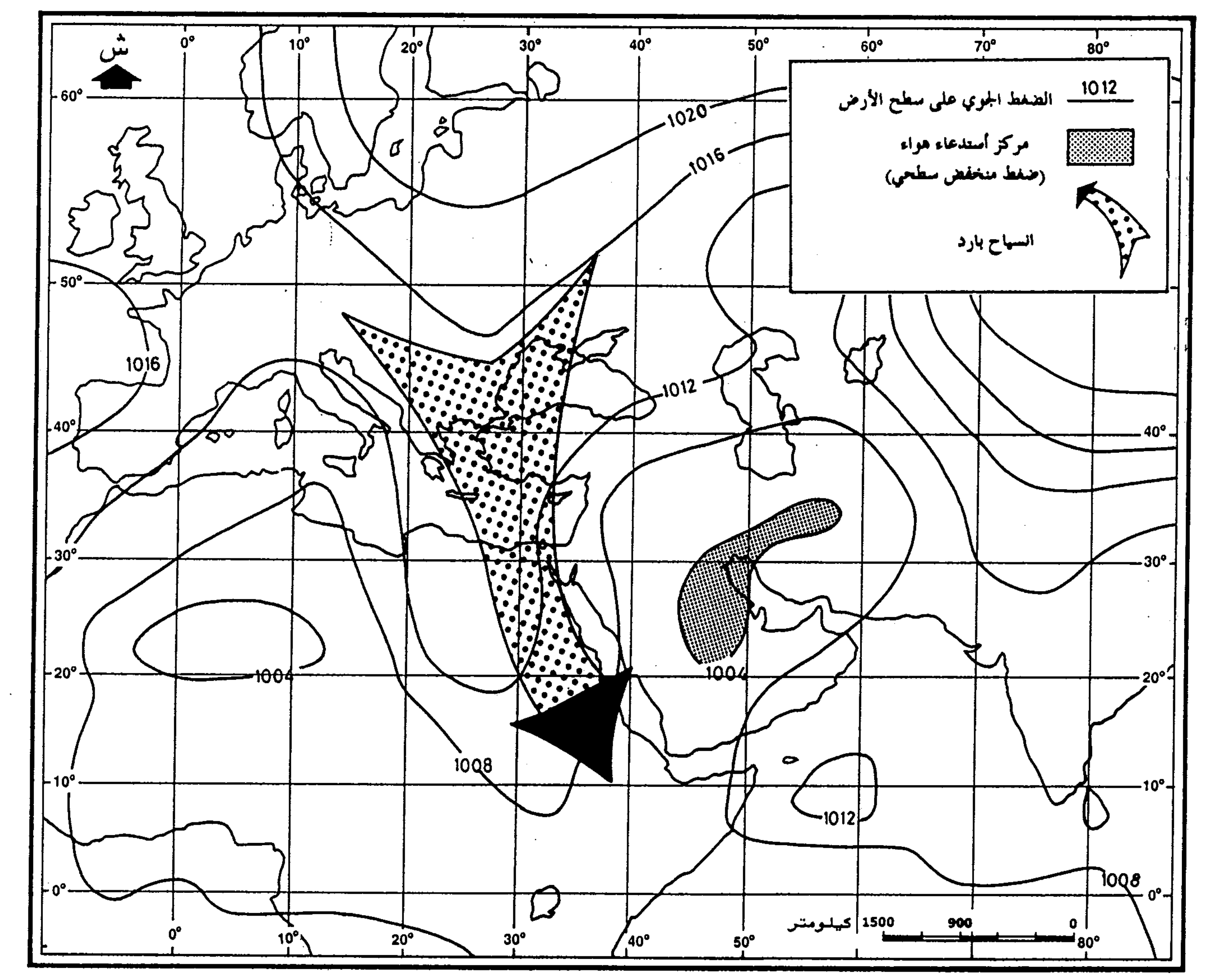
دراسة لبعض الوضعيات الجوية الرئيسة المولدة للأمطار "دراسة حالة".

أ- الانسياحات الباردة السطحية.

تخضع الجزيرة العربية في فصل الربيع لبداية ارتفاع تدريجي في درجات الحرارة وإلى ســيطرة الضــغط المــنخفض العــربي (المحــلي)، وقد يلتحم هذا المنخفض مع منخفض الهند الموســمي، ونــتيجة لذلك الالتحام يشتد تعمق خلية الضغط في المنخفض العربي على الجزيرة العــربية. وفــي كلــتا الحالتين تمثل هذه الخلية مركز استدعاء للهواء مما ينجم عنه جذب الكتل الهوائيــة القاريــة شــبه القطبية الباردة وتقابلها مع الكتلة الهوائية المدارية البحرية ونتيجة لهذا الــتلاقي تتعرض المنطقة الجبلية بعسير إلى كميات غزيرة من الأمطار. شكل (٢٤أ) وضعــية جويــة لفصــل الــربيع يــوم ١٩٩٧/٣/٢٥ الســاعة ١٢ ليلاً GMT تمثل تطوراً جيداً لأحد الانســياحات الــباردة مدعــوم على خرائط الجو العليا بتجيُب عميق على جنوب مصر ومواز للســواحل الغربية للبحر الأحمر. ولاشك أن هذا التجيُب أدى إلى تحريض تيار جنوبي- جنوبي غربي معاكس مدعوم على سطح الأرض بتكّون خلية من الضغط المنخفض السطحي، التي تقوم بعمــل اســتدعائي مهــم ومبلور للتيار الجنوبي العام على جبال السروات. تعرضــت المناطق الجبلية في هذا اليوم لهطول أمطار مهمة وغزيرة حيث سجلت مدينة أبها أمطاراً تزيد عن ١٠٠ مم حسب السجلات اليومية للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة إذ بلغت ١١٩,٩مم، وقد جاءت

شكل (٢٤- أ)

الوضعية الجوية ليوم ١٩٩٧/٣/٢٥م الساعة ١٢ ليلاً، الانسياحات الباردة العميقة لفصل الربيع.



* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

هـذه الأمطـار مع اتجاه رياح سينوبتي جنوبي جنوبي غربي وهو الاتجاه الأكثر جلباً للأمطار الموسـمية الـربيعية الديـناميكية الممطرة على الأراضي الجبلية بعسير. وفي هذا اليوم تعمق الضـغط الجوي هبوطاً إلى أقل من ٧٩٠ مليباراً في أبها، ولم تتعد درجـات الحرارة الوسطى ١٢,٩ْ م ،حيث بلغت درجة الحرارة العظمى اليومية ١٥ْ م والصغرى ١٠ْ م ، وعلى العكس من ذلـك فقد سجلت الرطوبة النسبية قيماً عظمى تزيد عن ٩٠ % الأمر الذي يؤكد الرطوبة العالية المحمولة مع التيار الجنوبي والجنوبي الغربي غير المستقر في هذا اليوم جدول (١١).

هـذه الوضعية التي مابرحت في التطور والتبلور كما هو الحال في شكل (٢٤ ب) الذي يدل على تطور تمركز الرياح الجنوبية على الأجزاء الجنوبية الغربية والجنوبية للجزيرة العربية. إن اصطدام هذه الرياح الجنوبية المهم بجبال السروات التي تفوق ارتفاعاتها ٣٠٠٠ م يؤدي إلى اسـتمطارها بشكل غزير، خاصةً لكون هذه الرياح الجنوبية محرّضة ديناميكياً بواسطة الانسياح الـبارد العـلوي الـذي أدى إلى حالة عدم استقرار مطلق للأجواء فوق المنطقة الجبلية بعسير، بالإضـافة إلى استدعائها سطحياً بواسطة خلايا الضغط المنخفض التي مالبثت، رويداً رويداً، في الـتقدم شـرقاً لكي تنتهي هذه الحالة الديناميكية الواضحة في شكل (٢٤ ج)، حيث يلاحظ في نفس الوقت تراجع للانسياح الهوائي البارد وتلاشي الانسياحات الجنوبية الغربية المعوّضة.

ب- الوضعيات الجوية الانتقالية لنهاية سيطرة المرتفع السيبيري.

تخضـع الممـلكة بمـا فيهـا جبال السروات بمنطقة عسير في فصل الشتاء بسبب شدة انخفـاض درجـات الحـرارة على اليابس إلى تأثيرات المرتفع السيبيري الذي يتقدم من شمال سـيبيريا عـلى شـكل لسان بارد يغطي كافة شبه الجزيرة العربية و نتيجة لقرب منخفض الهند الموسـمي ومنخفض السودان من المنطقة الجبلية بعسير يسود المنطقة حالة من عدم الاستقرار بسـبب تقابل جبهات الكتلة الهوائية القارية شبه القطبية و الكتلة الهوائية البحرية المدارية و ينشأ من هذا التقابل اضطرابات جوية عنيفة يصاحبها سقوط أمطار غزيرة بسبب اختلاف خصائصهما الحـرارية و الـرطوبية وخاصة في مرحلة بداية تقهقر وتراجع المرتفع السيبيري. شكل (٢٥أ) وضـعية جويـة لفصل الشتاء يوم ١٩٩٩/١/١١م الساعة ١٢ ليلاً GMT، تمثل احدى حالات الانسياح البارد على شبه الجزيرة العربية بواسطة المرتفع السيبيري في مرحلة تراجعه وتقهقره وهـي بدايـة إلـتقاء جـبهي مهم بين هواء شبه قطبي وهواء مداري استوائي حارعلى منطقة السـروات، حيث تتبلور هذه الوضعية رويداً رويداً، وتتطور فاعليات التلاقي على جنوب غربي المملـكة نتيجة لضعف السيطرة على هوامش المرتفع السيبيري وتطور للانسياحات الحارة، مما يؤدي إلى هطول أمطار مهمة مع تراجع هذا اللسان البارد المدعوم بالضغط المرتفع على سطح الأرض، حيث سجلت البيانات اليومية جـدول (١١) لمدينـة أبـها أمطاراً تزيد عن ٤٠ مم.

جدول (١١)

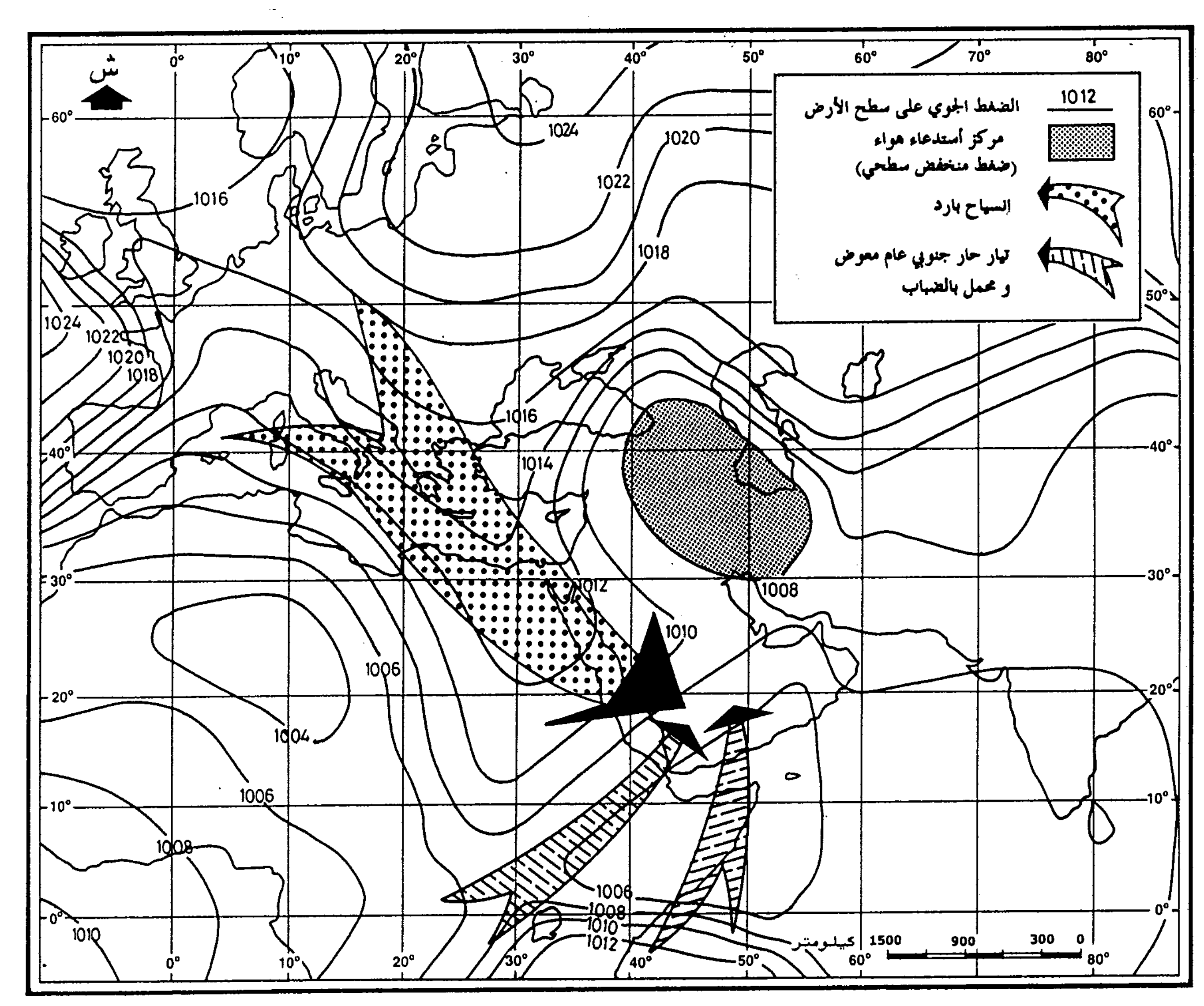
العناصر الجوية المحققة على سطح الأرض لكل من محطتي أبها ـ خميس مشيط لبعض الوضعيات الجوية المختلفة المولدة للأمطار على جبال السروات .

المحطة	الحرارة مْ		الضغط الجوي مليبار		الرطوبة النسبية (%)		س/الرياح كم/ك	اتجاه الرياح	الأمطار مم	اليوم	ملاحظات
	mx	mn	mx	mn	mx	mn					
أبها	١٢	٦,٨	٧٩٩	٧٩٦	٩٧	٨٨	٧,٤	NNW	٤٣,٣	١٩٩٩/١/١١م	الشتاء
خميس مشيط	١٤	٧,٤	٨٠٢,٥	٧٩٨,٩	٩٧	٨٢	٩,٣	E	٢٥,٥	١٩٩٩/١/١١م	
أبها	١٧,٢	١٤	٧٩٣,٢	٧٨٨,٢	٩٨	٨٣	٣١,٥	SSW	١١٤,٩	١٩٩٧/٣/٢٩	الربيع
خميس مشيط	١٩,٣	١١,٦	٧٩٦,٢	٧٩١,٨	٩٥	٧٢	٢٤,١	WSW	٩٩,٢	١٩٩٧/٣/٢٩	
أبها	٢٨,٥	١٦	٧٩٥,٣	٧٩١,٤	٨١	٢٨	٥,٦	S	٢,٢	١٩٩٩/٧/٢٣م	الصيف
خميس مشيط	٣١,٥	١٥	٧٩٦,٢	٧٩٣,١	٩٠	٣٢	١٦,٧	WSW	٢٠,٦	١٩٩٩/٧/١٣م	
أبها	٢٧,٦	١٥	٧٩٥,٥	٧٩٢,٣	٩٣	٣٢	١٣	S	٨,٦	١٩٩٩/٢/٩م	الخريف
خميس مشيط	٣١,٣	١٧	٧٩٨,٨	٧٩٥,٦	٨٤	٣٤	٥,٦	SW	٤,٥	١٩٩٩/٢/٩م	

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

شكل (٢٤ – ب)

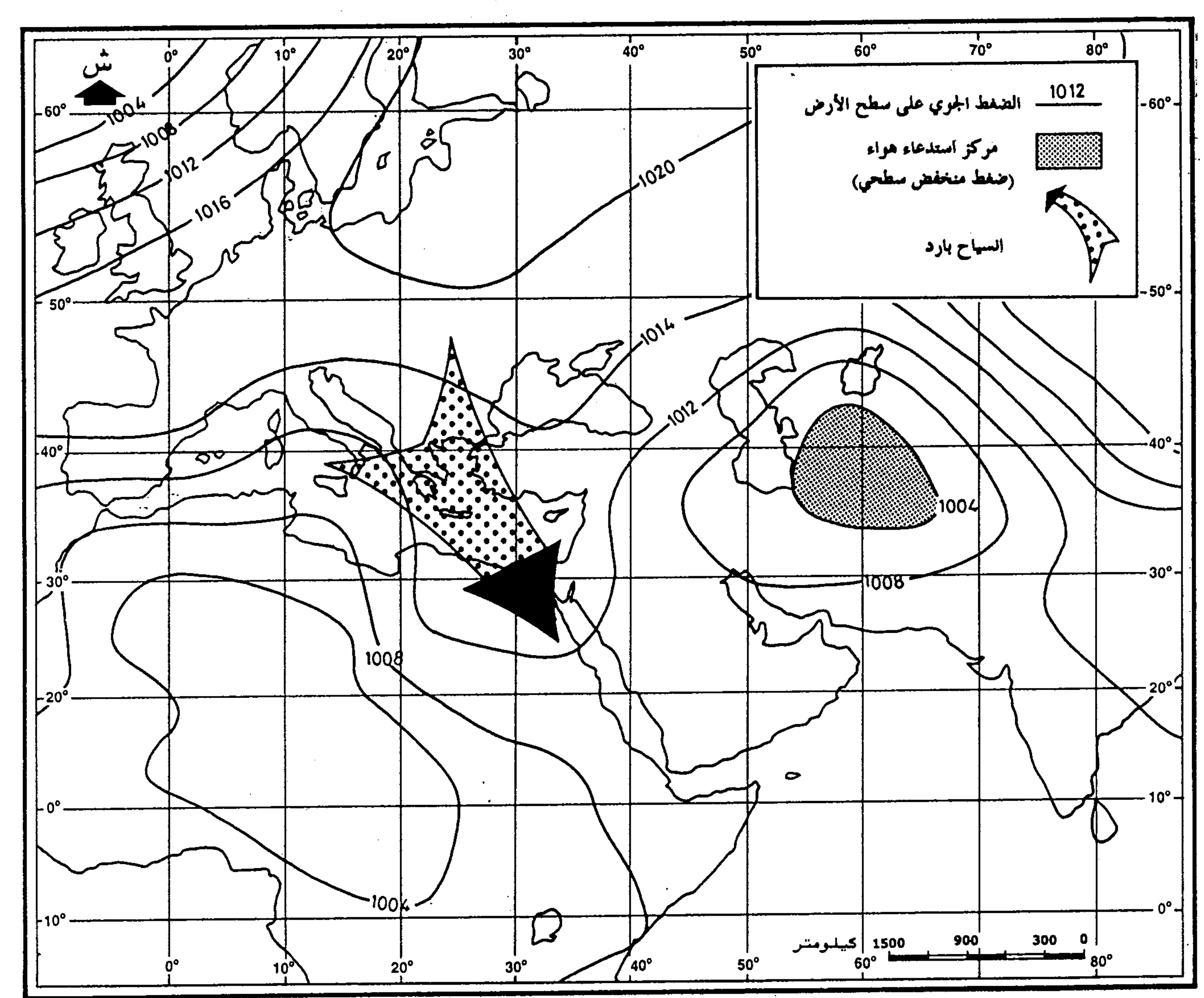
الوضعية الجوية ليوم ٢٥/٣/١٩٩٧م الساعة ١٢ ظهراً، استتباب الجريان الجنوبي الغربي على السروات، نموذج للانسياحات الجنوبية الغربية المعوضة.



* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

شكل (٢٤- ج)

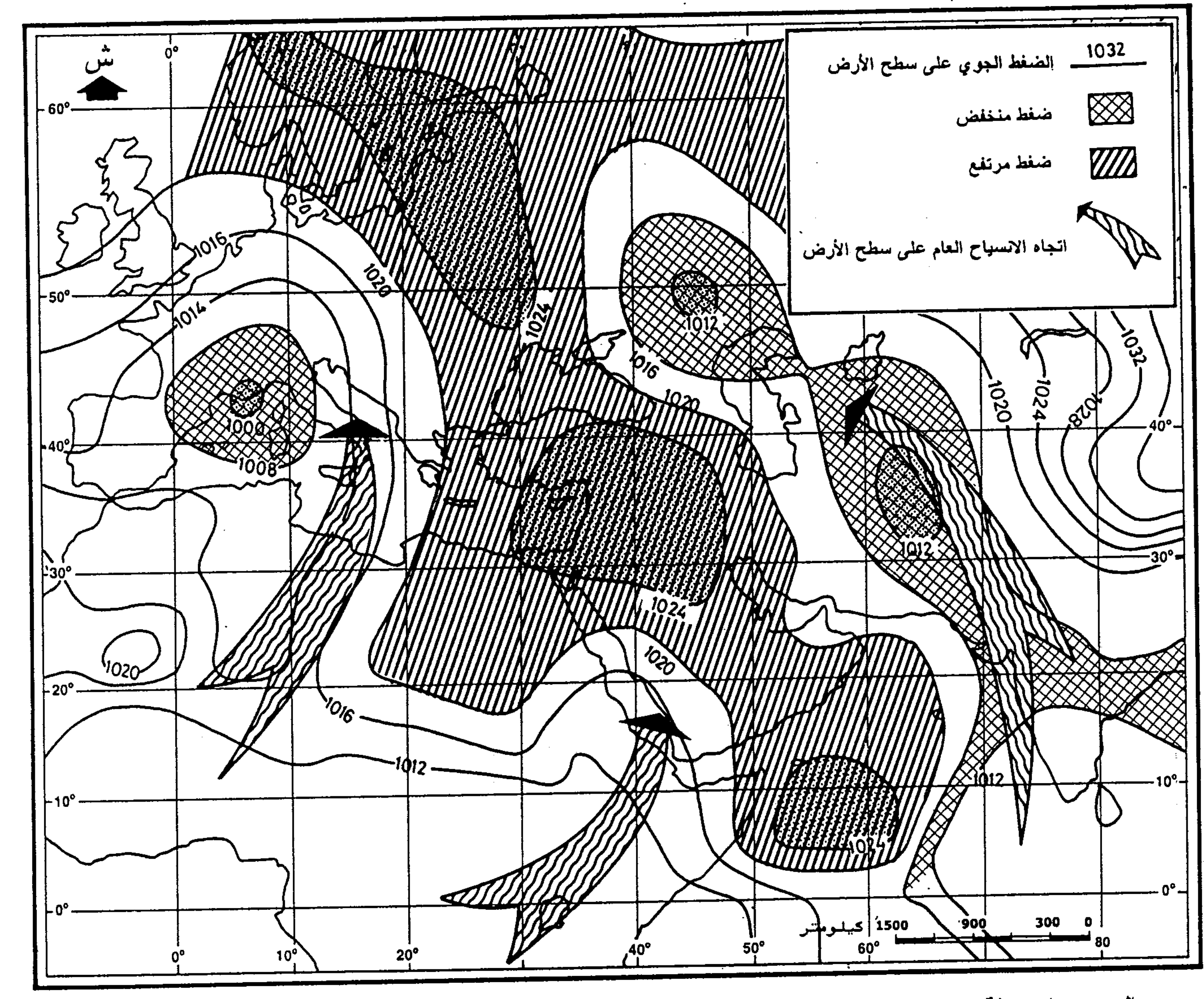
الوضعية الجوية ليوم ١٩٩٧/٣/٢٥م الساعة ٦ مساءً، تلاشي الانسياحات الجنوبية الغربية وتقهقر الانسياح البارد وتقدم المنخفض شرقاً.



* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

شكل (٢٥- أ)

الوضعية الجوية ليوم ١٩٩٩/١/١١م الساعة ١٢ ليلاً، تفاعل الهواء المداري الرطب مع الكتلة القارية شبه القطبية للمرتفع السيبيري في مرحلة تراجعه.



* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

وقد بلغت حسب السجلات اليومية للرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ٤٣,٣ مم، كما استطاع الضغط الجوي في أبها الهبوط إلى ٧٩٦ مليباراً، وبلغت درجة الحرارة العظمى ١٢ْم والصغرى ٦,٨ْم في حين سجلت الرطوبة النسبية قيماً عظمى تقدر بـــ٩٧%.

ويوضـــح شـــكل (٢٥ ب) تطـــور الوضعية بعد ست ساعات، حيث يلاحظ تراجع مهم للمرتفع السيبيري وتقدم لمنخفض السودان على محور البحر الأحمر مع استتباب تيار متعامد مع جدار السروات.

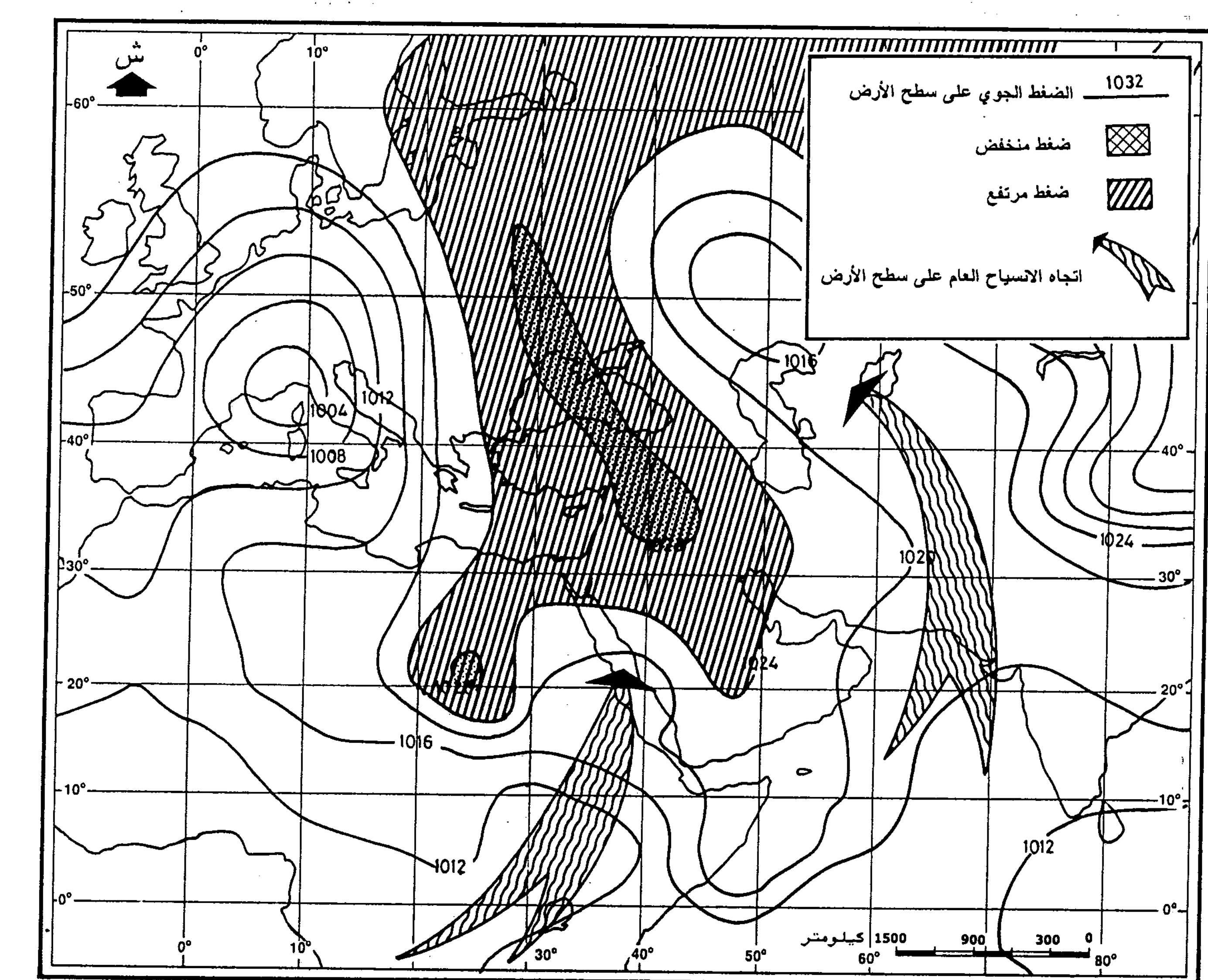
ومن الجدير بالذكر أن التراجع البطئ الذي يمارسه المرتفع السيبيري سيساعد على زيادة زمـــن الـــتلاقي بيـــن الكتلة الهوائية شبه القطبية الملاحظة فوق الجزيرة العربية والتيار الهوائي المداري الحار المعوض والمتمحورعلى البحر الأحمر، ونستطيع القول: إن تطور عملية تراجع وتقهقـــر اللسان البارد السيبيري يعني عودة الفاعليات الاضطرابية للمنخفضات الجوية. وفي ما بعـــد ســـيكون كل شيء مرتبطاً بطبيعة وضعيات الضغط المنخفض وشدة وضوحها أو استتبابها عـــلى ســـطح الأرض وبالـــتالي تحقـــق لإمكانية هطول الأمطار أو في ما إذا كان الأمر يتعلق بوضعيات انتقالية لا تسمح بتطور أجواء عدم الاستقرار على المنطقة الجبلية بعسير.

ج- دور المنخفضات المتوسطية.

تشـــكل الفاعليات الاضطرابية التي تنشأ من خلايا البحر الأبيض المتوسط نسبة تتراوح بين ١٠ ـــ١٥% من جملة الفاعليات الاضطرابية للنظام القطبي في نصف الكرة الشمالي. وتعتبر هـــذه الفاعـــليات من أهم الفاعليات الاضطرابية بالنسبة للعالم العربي حيث تسمح بهطول أمطار عـــلى هوامشـــه الشـــمالية والشـــرقية بشكل خاص. وتسمح الملاحظة المستمرة لهذه الفاعليات المتوســـطية الاهـــتمام بشكل خاص بالفاعليات الناتجة عن خلية البحر الأبيض المتوسط الشرقي الـــتي يمكن تســـميتها بالخلية القبرصية وذلك نظـــراً للنتائج المهمة التي تتركهـــا وراءها وهي الاضـــطرابات المتوســـطة الشرقية ليس فقط على بلاد الشام وشمال الجزيرة بل وعلى الهوامش الجـــنوبية لـــلجزيرة العربية حيث تعتبر الفاعليات الناتجة عن الخلية الشرقية للبحر المتوسط من أهـــم الفاعـــليات الاضطرابية على منطقة بلاد الشام والجزيرة العربية. ورغم أنها تولد رياحاً غبارية أو محملة بالرمال أحياناً أخرى على أواسط الجزيرة العربية وذلك حسب شدة الاستدعاء أو الاســـتقطاب المرتـــبطة بدرجة تعمق المنخفض المتوسطي الشرقي القادر بموجبه على توجيه تيـــارات جـــنوبية جـــنوبية غربيـــة على المملكة ككل وعلى المنطقة الجبلية في عســـير بشكل خاص.

شكل (٢٥ – ب)

الوضعية الجوية ليوم ١١/١/١٩٩٩م بعد ٦ ساعات، تراجع المرتفع السيبيري وتقدم منخفض السودان.



* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

وطـبقاً للبيانات المتاحة فقد اعتمد يوم ١٩٨٦/٣/١م شكل (٢٦) الوضعية الجوية لفصل الـربيع السـاعة ١٢ ظهراً GMT توضح آلية النشوء الاضطرابي على خلية المتوسط الشرقي نـتيجة لاستتباب انسياح بارد جيد التبلورعلى البحر المتوسط وتوجه الاضطراب نحو بلاد الشام الأمـر الذي أدى إلى تحريض كتلة منخفض السودان على الأجزاء الداخلية للجزيرة العربية، لا شـك أن تنشـيط مـنخفض السودان الحراري بواسطة عمليات الاستدعاء أولاً وبسبب العمليات التحريضية ثانياً الناتجة عن الانسياح البارد التي كونت تياراً من الهواء الجنوبي الجنوبي الغربي العام على جبال السروات أدى إلى سقوط أمطار مهمة تم قياسها في أبها لذلك اليوم وكانت ٢٠,٧ مم. أما باقي عناصر الطقس فقد سجلت كالتالي :

متوسط الضغط الجوي	٧٩٢,٢	الرطوبة النسبية العظمى	%٩٧
درجة الحرارة العظمى اليومية	١٩,٤	الرطوبة النسبية الصغرى	%٥٤
درجة الحرارة الصغرى اليومية	١١,٤	الرطوبة النسبية الوسطية	%٧٩
درجة الحرارة الوسطية اليومية	١٣,٧	سرعة الرياح	٢١ كم/س

د- الوضعيات الموسمية.

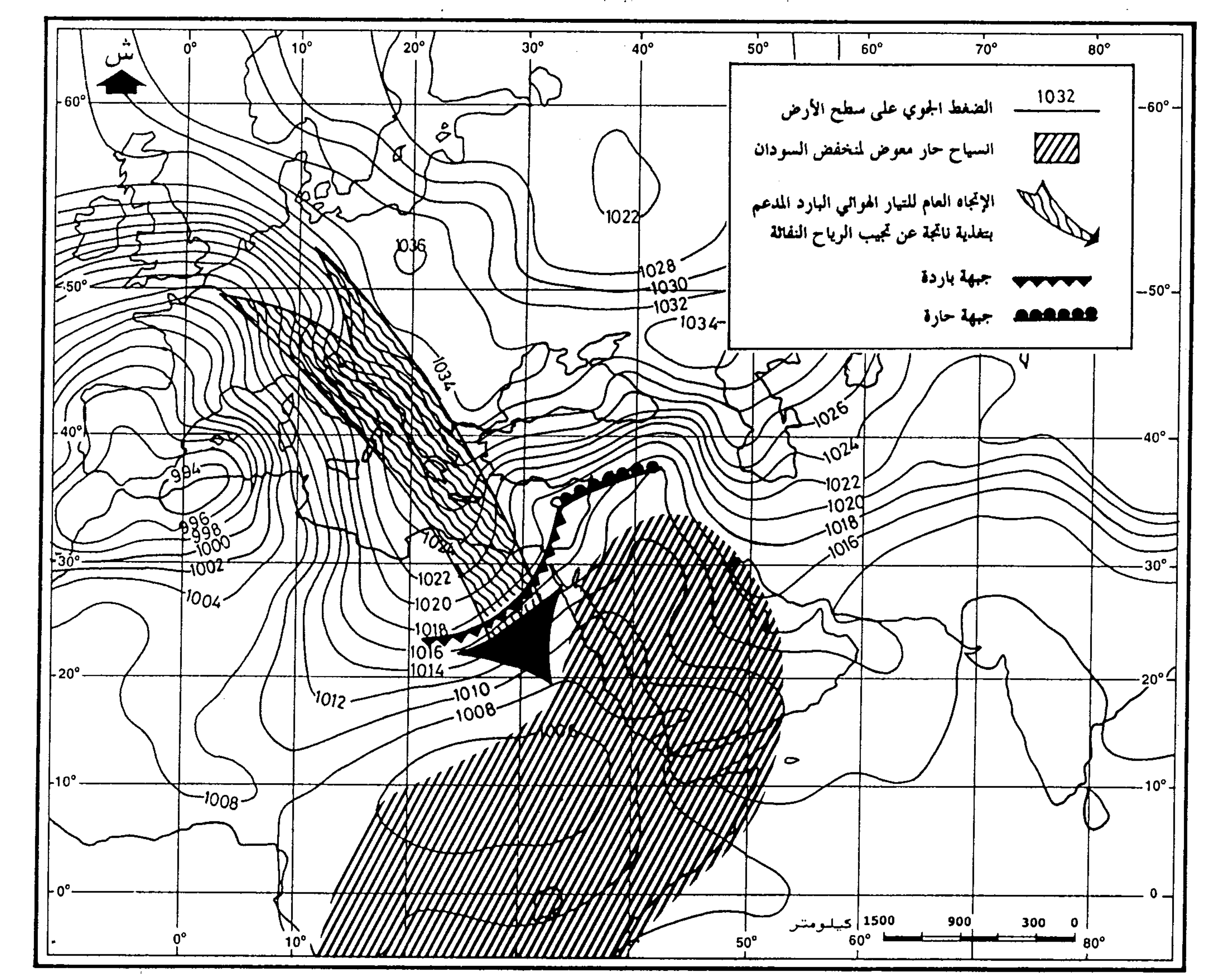
تخضـع المـلكة بما فيها المنطقة الجبلية بعسير في فصل الصيف إلى اشتداد الحرارة السطحية الأمر الذي يساعد على اشتداد القارية وتطور المنخفضات الجوية على سطح الأرض، وتخضـع مـنطقة عسـير الجبلية للأمطار الموسمية الصيفية الناتجة عن التفاعل بين منخفضين حراريين رئيسيين هما:

١. منخفض الهند الموسمي الذي يتكون حينما تشتد الحرارة صيفاً ويستطيع أن يغطي بإحدى خلاياه الغربية الجزيرة العربية، وهو منخفض قاري حراري.
٢. منخفض السودان الذي يلعب دور المنخفض التابع الذي يلبي عمليات الاستدعاء التي يقوم بها منخفض الهند الموسمي، ويعتبر منخفض السودان منخفضاً قارياً حرارياً يتأثر بشكل جيـد بخلايـا الضغط الأخرى. ولكي تقوم الآلية الموسمية ويتحقق هطول الأمطار على منطقة جبال السروات لابد من توفر الشروط التالية :

- تعمّق خلية منخفض الهند الموسمي الواقعة على أواسط الجزيرة العربية إلى ما دون القيمـة الحـرجة ٩٩٥ مليباراً على سـطح الأرض ويلاحظ تعمق الضغط الجوي على الجزيرة العربية بتقارب خطوط تساوي الضغط (الإيزوبار) التي تعبرعن تبلور واضح ومميز للوضعية الجوية على سطح الأرض، ويصبح منخفض الهند الموسمي بخليـته العـربية متحكماً في الجريان الجوي السطحي، وقادراً على تغيير الجريان السينوبتي حسب موقعه الجغرافي داخل أراضي الجزيرة العربية.

شكل (٢٦)

الوضعية الجوية ليوم ١٩٨٦/٣/١م، النشوء الاضطرابي على خلية المتوسط الشرقي وانسياح بارد لتنشيط منخفض السودان.



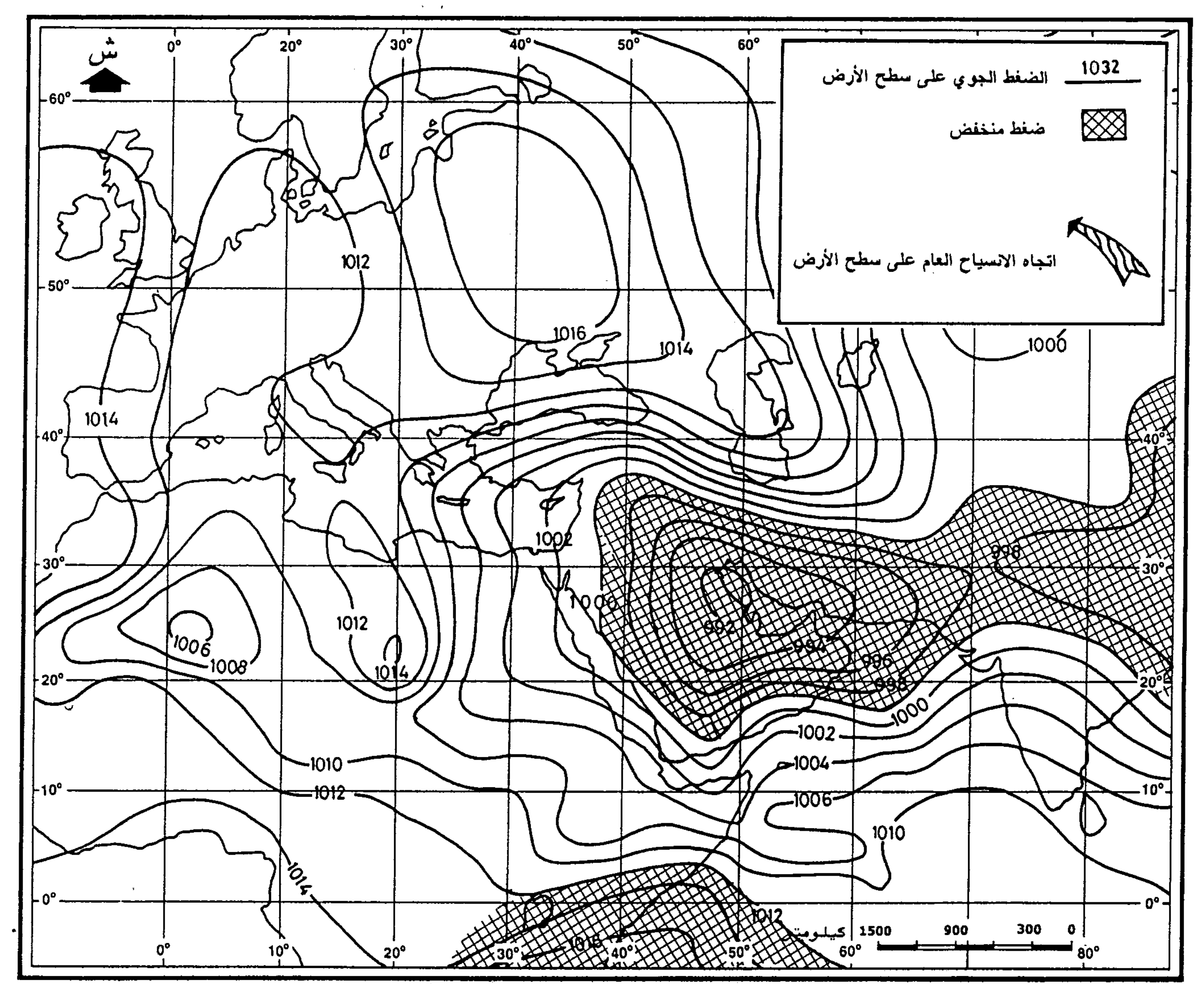
* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

- تكَــوّن اســتطالة الخلية العربية لمنخفض السودان الناتج عن استدعاء الكتل الهوائية المداريـــة والمحملة بالرطوبة، بواسطة المنخفض العربي المتمركز عادة على أواسط الجزيرة العربية.
- تحقق التصاعد المجبر على جدار السروات للرياح المدارية الرطبة التي ستتمكن من حصول لهطول للأمطار مُؤكد في حالة تحقق الآليات الأدياباتية للتصاعد.

شــكل (٢٧أ) وضــعية جويــة يــوم ١٩٩٩/٧/١٣م الساعة صفر GMT، توضح إحدى الوضعيات الجوية النموذجية المولدة للأمطار الموسمية الصيفية على منطقة جبال السروات، كما أكدت البيانات اليومية في جدول (١١) تحقق الحالة الجوية وبداية تفاعل منخفض الهند الموسمي بخليته العربية الواقعة فوق الجزيرة العربية مع منخفض السودان، وفي هذه الوضعية الديناميكية، حيــث يلاحــظ نشوء خطوط تساوي الضغط (الايزوبارية) الملائمة لاستدعاء هوائي جنوبي – جـنوبي غــربي أو جنوبي غربي يمكّن جدار السروات من استثماره بعد تحقق الآلية الأدياباتية للتصـــاعد المجــبر عــلى السفوح المقابلة. وسيتم تكوّن التشكيلات التراكمية للغيوم المعبرة عن أجواء عدم الاستقرار، مما ينجم عنه هطول أمطار غالباً ما تتصف بالشدة والغزارة والتقطع على أعــالي جبال السروات، ففي ذلك اليوم تعمق الضغط الجوي على أواسط الجزيرة العربية حيث تؤكــد خرائط الضغط الجوي وجود خلية ٩٩٢ مليباراً حتى الســـاعة ١٢ GMT، ثم بقى هذا الــتعمق مستمراً طول نهار ذلك اليوم للساعة ١٨ GMT، ثم تلاشت بعـــد ذلــك شكل (٢٧ ج). أما شكل (٢٧ب) فيؤكد نشاط تفاعل منخفض السودان وتلبيته للعمليات الاستدعائية من قبل الخلية العــربية لمــنخفض الهند الموسمي، حيث يلاحظ استطالته باتجاه الشمال والشمال الشرقي الأمر الــذي يؤكد استتباب العلاقة بين المنخفضين، كما تسمح اتجاهات الرياح السطحية بإنشاء المحور العام لاتجاه الجريان السطحي بين المنخفضين، واســتتباب التيــارات الجنوبية الغربية والجنوبية العامـــة على جدار السروات واستمرار الأمطار. لقد استطاعت محطات المناطق الجبلية بعسير قيــاس كميات متفاوتة للأمطار تتراوح من T "آثار مطر" في محطة أبها إلى ما يزيد عن ٢٠ مم فـــي محطـــة خميــس مشيط، بينما استقبلت بعض محطات الدراسة الواقعة على أعالي السفوح الغــربية كميـــات تفاوتت بين ١٠ ــ ٢٢ مم أمطار في ذلك اليوم. أخذاً في الحسبان عدم قياس ســاعات هطــول الأمطار ولا مدة الهطول، فإن البحث في كثافة هطول الأمطار في الموسميات الصيفية سيبقى مستحيلاً إلا أن الملاحظة اليومية لهطول هذه الأمطار تؤكد غزارتها القادرة على تكوين السيول المائية الفيضانية المعروفة من قبل سكان هذه المناطق، وتكمن أخطار هذه الأمطار أحيانـــاً بما تلحقه من أضرار في المنتزهات الوطنية مثل منتزه الدلغان والسودة ومنتزه الضباب والقــرعاء ....الــخ. وعلى ضوء تأثر المنطقة بمراكز الضغط السابقة، تتعرض منطقة جنوب البحر الأحمر إلى تيار هوائي جنوبي غربي موسمي ممطر من المحيط الهندي. كما تهب تيارات هوائية حارة من صحراء الربع الخالي تعرف محلياً باسم السموم في اتجاه الشمال الغربي.

شكل (٢٧- أ)

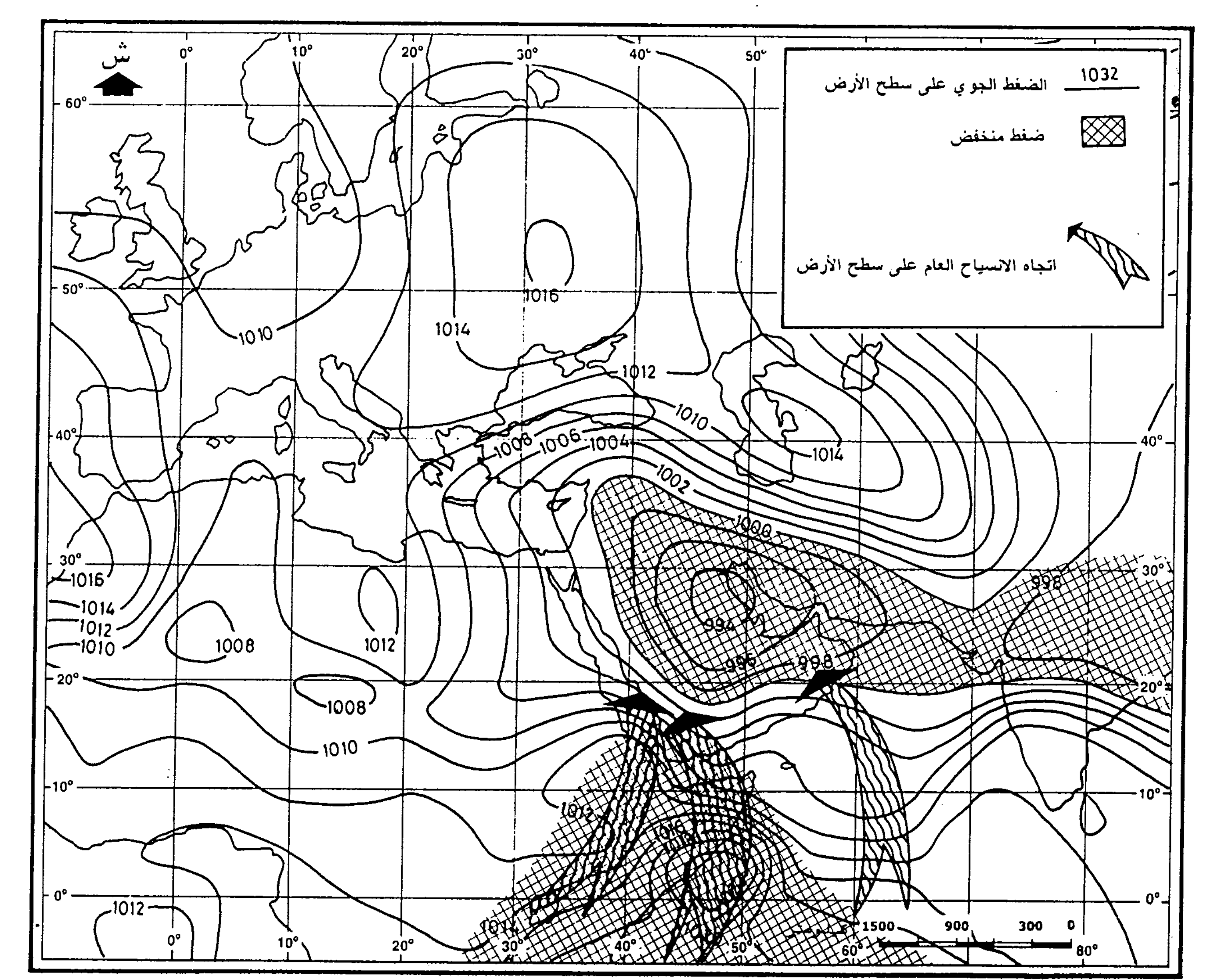
الوضعية الجوية ليوم ١٣/٧/١٩٩٩م الساعة ١٢ ليلاً، بداية تفاعل منخفض الهند الموسمي بخليته العربية مع منخفض السودان.



* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

شكل (٢٧- ب)

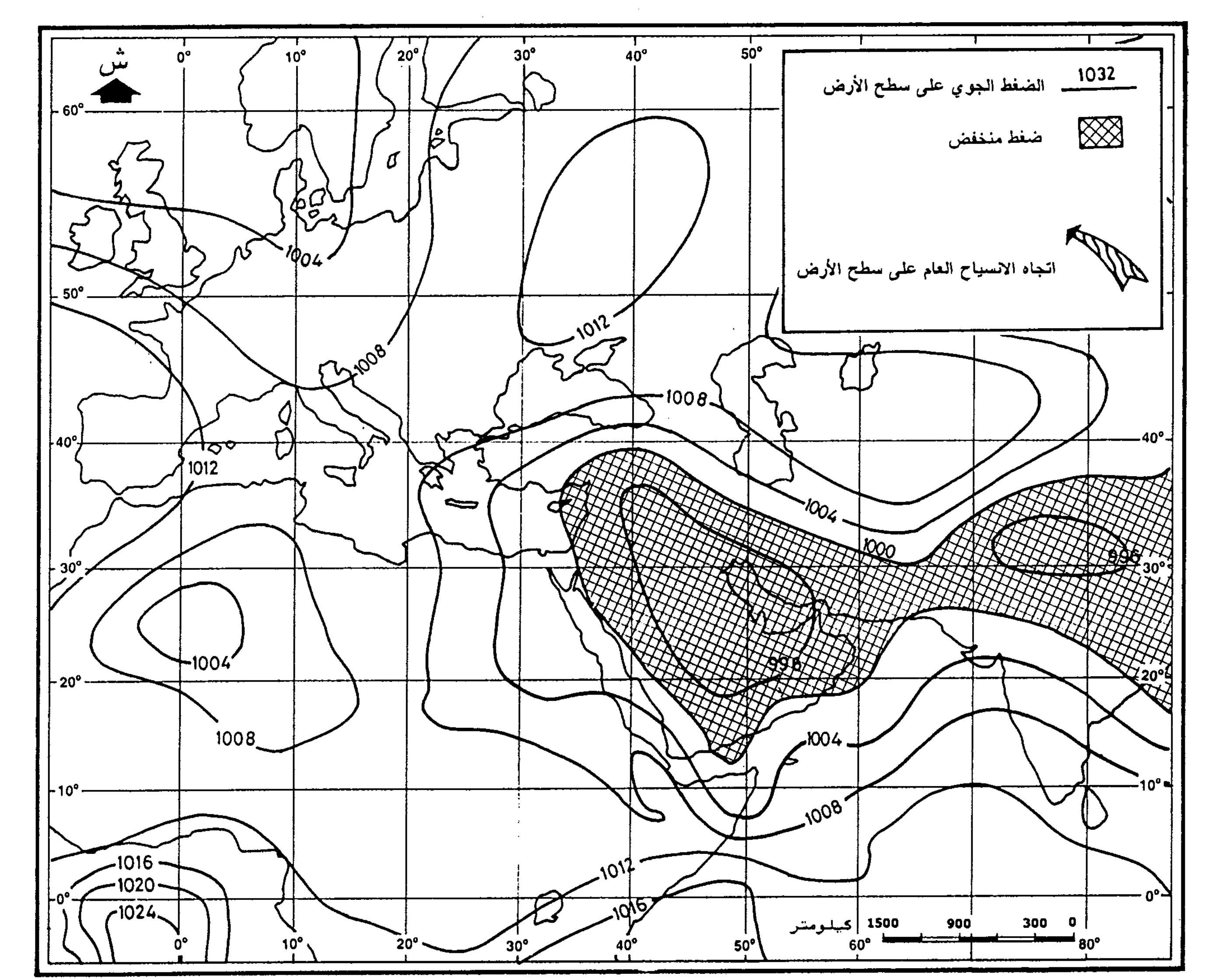
الوضعية الجوية ليوم ١٩٩٩/٧/١٣م الساعة ٦ صباحاً، تأكيد نشاط تفاعل منخفض الهند الموسمي مع منخفض السودان.



*** المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.**

شكل (٢٧- ج)

الوضعية الجوية ليوم ١٣/٧/١٩٩٩م الساعة ٦ مساءً، تلاشي التفاعل المشترك بين منخفض الهند الموسمي ومنخفض السودان.



* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

هـ- الموسميات المتأخرة في المنطقة الجبلية بعسير.

يمــتد فصل الصيف نتيجة للموقع الفلكي لأراضي الجزيرة العربية وتعرضها لمستويات عالية من الكثافة الحرارية المرتبطة بزاوية ورود الأشعة الشمسية على مدار السنة وخاصة منذ الــلحظة التي تزداد بها هذه الزاوية عن ٤٥ْ أي مع بداية شهر أبريل وحتى نهاية شهر سبتمبر، حيــث يلاحظ تفاقم التسخين الحراري بشكل يهيمن به "المناخ الحراري" على الفاعليات المناخية والطــبيعية الأخــرى. تعكــس الوضعيات الجوية هذا التسخين الحراري ويحدث إمكانية تبلور وضــعيات شــبيهة بالوضعيات الموسمية الصيفية بعد نهاية الصيف الفلكي على أراضي المملكة نظــراً لــتوفر القــاعدة الجغــرافية الملائمة للتسخين السطحي، وبالتالي يكفي أن يتحقق تعمق المنخفضات المرتبطة بالآلية الموسمية حين تسمح وضعية خطوط تساوي الضغط (الأيزوبارية) والتفاقم الحراري بذلك.

ويعتبر التفاقم الحراري من الشروط الجغرافية الرئيسة التي يجب أن تتحقق لحدوث هذه الآليــات كتــتابع مؤخــر في أراضي الجزيرة العربية لأنظمة الرياح القارية خاصة في أواخر الصــيف. شــكل (٢٨) وضعية جوية يوم ١٩٩٩/٩/٢م الساعة ١٢ ظهراً GMT، تمثل إحدى الحــالات الموســمية الصــيفية المتأخرة على جبال عسير بداية تلاشي منخفض الهند الموسمي وضعف تبلور منخفض السودان، حيث توضح توزيعات الضغط الجوي العمل المشترك القائم بين منخفض الهند الموسمي الذي لا يتعدى الضغط في خليته العربية ١٠٠٠ مليبار وخلايا منخفض السودان التي لا تعبرعن ضغط منخفض حراري بقدر ما تعبرعن وضعية "المستنقع البارومتري" نتيجة لتلاشي خطوط الضغط وعدم تبلورها الواضح. وتسهل هذه الوضعية الاستجابة للاستقطاب الذي تمارسه خلية المنخفض القاري العربي رغم ضعفها ويسمح ذلك بتوجيه تيار جنوبي غربي عام تقوم جبال السروات باستهطاله. ولقد سجلت عناصر الطقس في ذلك اليوم كالتالي :

يوم ١٩٩٩/٩/٢م	**أبهـــا**	**خميس مشيط**
متوسط الضغط الجوي	٧٩٣,٧	٧٩٧,٠
درجة الحرارة العظمى اليومية	٢٧,٦	٣١,٣
درجة الحرارة الصغرى اليومية	١٥,٠	١٧,٠
الرطوبة النسبية العظمى	٩٣ %	٨٤ %
الرطوبة النسبية الوسطية	٧٠ %	٦٩ %
اتجاه الرياح السائدة	S	SW
سرعة الرياح	١٣كم/س	٥,٦كم/س
الأمطار	٨,٧ مم	٤,٥ ملم

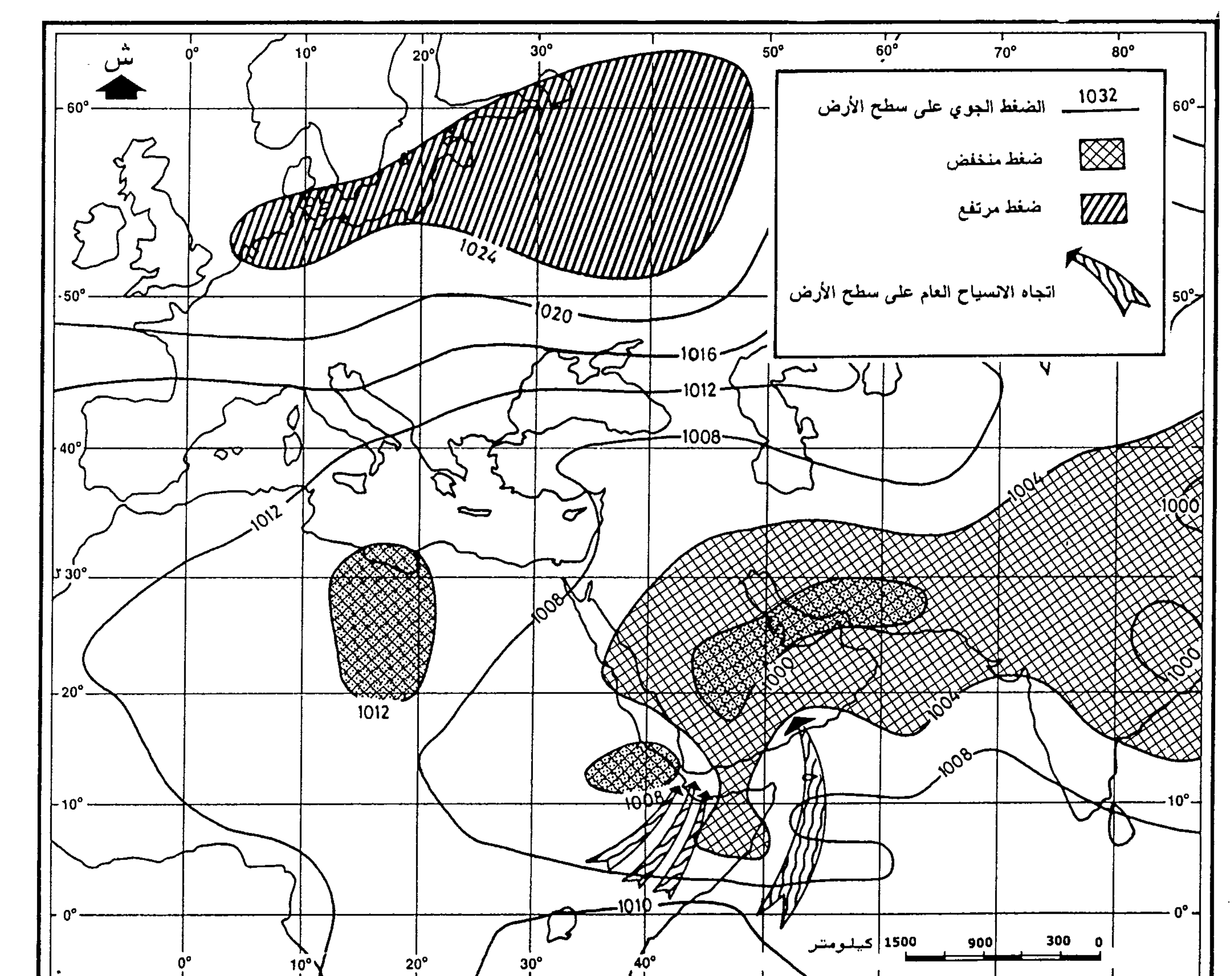
إذاً تخضع الأراضي الجبلية في منطقة عسير بشكل مباشر لجغرافيتها ليس فقط من حيث تأثــر مختلف عناصر المناخ، بل كذلك من حيث الأمطار الهاطلة على سفوح هذه المنطقة التي هــي موضــوع هذه الدراسة. وبعد ذلك للأنظمة البيئية الناشئة التي يمكن تسميتها بحق "بأنظمة عســير البيئية الجبلية"، ولقد وجدنا من خلال هذا العمل الذي أردنا منه توضيح "البيئة الديناميكية للمــناخ" مــن خلال الوضعيات الجوية الأكثر تبلوراً ووضوحاً أن هذه الأمطار هي أولاً وأساساً أمطار ناتجة عن التصاعد المجبر، أي أنها أمطار تضاريسية "أوروغرافية" مهما كانت القواعــد التي حرضت نشوء التيارات الجنوبية الغربية المهطلة للأمطار على هذه الأراضي.

إن التسامي المواجه لهذه التيارات الجنوبية والجنوبية الغربية من قبل سفوح هذه الجبال إلى أكثر من ٣٠٠٠ م أي إلى مستويات تفوق مستويات تكاثف البحر، الأمر الذي جعل إمكانية استمطار هذه التيارات مجرد تحقق الآلية الأدياباتية عن سرعة تصاعد محددة.

ومــن هنا فإننا نستشعر آفاق بحث علمي تُقوّم وتوضح العلاقات بين السرعات السطحية لــلرياح، وتحقق الآليات الأدياباتيكية التي يمكن أن توضح بوثائق أكثر تطوراً مثل تلك الخاصة بالسبر الجوي.

شكل (٢٨)

الوضعية الجوية ليوم ١٩٩٩/٩/٢م الساعة ١٢ ظهراً، بداية تلاشي منخفض الهند الموسمي وضعف تبلور منخفض السودان.



* المصدر الخريطة السطحية من الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، وزارة الدفاع والطيران، التحليل من الباحثة.

الفصل الثالث

الخصائص المناخية في الأراضي الجبلية بعسير.

يتأثر موقع المملكة العربية السعودية عامة، والمنطقة الجبلية بعسير خاصة بالموقع المداري وشبه المداري، والذي بدوره يتأثر بمركزين للضغط الأول المرتفع شبه المداري في فصل الشتاء، والثاني المنخفض الاستوائي الذي يلتحم مع منخفض الهند الموسمي بخليته العربية (المنخفض العربي) ومنخفض السودان في فصل الصيف. ويسيطر هذان المنخفضان على حركة الرياح التي تؤثر في مناخ المنطقة. ورغم تأثر مناخ منطقة الأراضي الجبلية في عسير بعدة عوامل جغرافية وديناميكية فإنه يتشكل من عدة عناصر مناخية مهمة، كالإشعاع الشمسي وساعات السطوع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والتبخر والرياح، ونظراً لأهمية هذه العناصر وتداخل تأثيراتها على الفاقد المائي الذي يؤثر بدوره على خصائص الأمطار في المنطقة فإن الفاقد المائي الناتج يرتبط هو الآخر ارتباطاً مباشراً بتغيرات الأمطار الزمنية والمكانية، كما أن له تأثيرات متباينة على توزيع الغطاء النباتي.

ويختلف توفر قياسات البيانات الشهرية في المحطات المناخية للعناصر المناخية حسب سجلات الرصد لكل من وزارة الزراعة والمياه ومصلحة الأرصاد الجوية وحماية البيئة، وتتوفر البيانات الشهرية لكل من عنصر الإشعاع الشمسي في بعض المحطات هي أبها وبيشة وتثليث وسرلعصان، أما عنصر عدد ساعات السطوع الشمسي فيتوفر في النماص بالإضافة إلى المحطات آنفة الذكر، خلال الفترة الممتدة من ١٩٧٠-١٩٩٧م.
وتتلخص أهم العناصر المناخية للمنطقة الجبلية بعسير في ما يلي :

أولاً - الإشعاع الشمسي وساعات السطوع الشمسي.

تُعد الأشعة الشمسية مصدر الطاقة على سطح الأرض. وتتأثر كمية الإشعاع الشمسي الساقط على سطح الأرض بعدة عوامل منها موقع المنطقة بالنسبة لدوائر العرض فمن الموقع تتحدد زاوية سقوط الأشعة الشمسية والمسافة التي تقطعها هذه الأشعة كما يتحدد طول النهار بالنسبة لطول الليل. وكذلك حالة التغيم ونسبة الغبار والرمال وغيرها من المواد الصلبة الأخرى العالقة بالجو، والتي تعمل على امتصاص قدر من كمية هذا الإشعاع الشمسي قبل وصوله إلى سطح الأرض أو تشتيت قدر منه دون وصوله إلى سطح الأرض. كما تتأثر كمية الإشعاع الشمسي بعامل الزمن نظراً لاختلاف هذه الكمية من فصل لآخر بالنسبة لنفس الموقع أو المنطقة بسبب تغير زاوية سقوط الأشعة الشمسية نتيجة حركة الكرة الأرضية حول محورها وحول الشمس.

ويُعـد عنصـر الإشـعاع الشمسي من أهم العناصر المناخية المؤثرة بشكل مباشر على عمليات التبخر/ النتح، وبما أن غالبية منطقة عسير تتميز بمناخ مداري يتسم بصفاء الجو وخلوه مـن السحب فهو يساعد على زيادة كمية الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع الشمسي على مستوى التغيرات الشهرية والفصلية.

التغيرات الشهرية للإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع الشمسي.

تـتميز المعدلات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع بتباينات مكانية وزمنية تتلخص في ما يلي :

١- تـتمـيز المحطات المناخية في المنطقة الجبلية عسير بمعدل ساعات سطوع يتراوح بين ٤ساعات و١٨ دقيقة بمحطة تثليث خلال شهر أبريل و٨ ساعات و٢٤دقيقة بمحطة بيشة خلال شهري يونيو ويوليو و كذلك في شهر أكتوبر بمحطة سرلعصان جدول (١٢).

٢- تـتراوح كميـة الإشعاع الشمسي في المنطقة الجبلية بعسير بين ٢٦٦,٧ سعر/سم٢/يوم بمحطة تثليث في شهر ديسمبر وبين ٥٠٨,٣ سعر/سم٢/يوم بمحطة سرلعصان، في شهر يونيو.

٣- تـتـباين المعـدلات الشهرية الصغرى لعدد ساعات السطوع وكمية الإشعاع الشمسي بين المحطات المناخية المدروسة بحيث تصل إلى :

أ - ٤,٩ سـاعات (يوليـو) بكميـة إشعاع شمسي تصل إلى ٣٨١,٦ سعر/سم٢/يوم (يناير) بمحطة أبها.

ب - ٦,١ سـاعات (ديسـمبر) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٣٠٤,٦ سعر/سم٢/يوم (ديسمبر) بمحطة بيشة.

ج - ٤,٣ سـاعات (أبـريل) بكميـة إشعاع شمسي تصل إلى ٢٦٦,٤ سعر/سم٢/يوم (ديسمبر) بمحطة تثليث.

د - ٦,١ سـاعات (أغسطس) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٣٨٣,٨ سعر/سم٢/يوم (ديسمبر) بمحطة سرلعصان جدول (١٢).

٤- تـتـباين المعـدلات الشهرية العظمى لعدد ساعات السطوع وكمية الإشعاع الشمسي بين المحطات المناخية المدروسة بحيث تصل إلى :

أ- ٦ ساعات (أبريل) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٥٠٢,٤ سعر/سم٢/يوم (يونيو) بمحطة أبها.

ب- ٨,٤ سـاعـات (يونيـو ويولـيو) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٤٣٨,٤ سعر/سم٢/يوم (يونيو) بمحطة بيشة.

ج- ٦,٤ ساعات (نوفمبر) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٤٠٣,٣ سعر/سم²/يوم (يونيو) بمحطة تثليث.

د- ٨,٤ ساعات (أكتوبر) بكمية إشعاع شمسي تصل إلى ٥٠٨,٣ سعر/سم²/يوم (يونيو) بمحطة سرلعصان جدول (١٢).

٥ - يتباين عدد ساعات السطوع الشمسي بين المحطات المناخية المدروسة على مستوى المعدلات الشهرية للفترة المدروسة وعلى مستوى المعدل الشهري للسنة بكل محطة بحيث تصل الفترة التي تتميز بمعدلات شهرية لعدد ساعات السطوع تزيد عن المعدل الشهري للسنة إلى:

أ - ٤ شهور هي أبريل ومايو وأكتوبر ونوفمبر بمحطة أبها.

ب- ٧ أشهر تمتد من يونيو إلى نوفمبر بالإضافة إلى فبراير بمحطة بيشة.

ج- ٧ أشهر تمتد من يونيو إلى ديسمبر بمحطة تثليث.

د- ٩ أشهر تمتد من سبتمبر إلى مايو بمحطة سرلعصان. جدول (١٣)

٦- تتباين كمية الإشعاع الشمسي بين المحطات المناخية المدروسة على مستوى المعدلات الشهرية للفترة المدروسة وعلى مستوى المعدل الشهري للسنة بكل محطة بحيث تصل الفترة التي تتميز بمعدلات شهرية لكمية إشعاع شمسي يزيد عن المعدل الشهري للسنة إلى:

أ - ٨ أشهر تمتد من أبريل إلى نوفمبر بمحطة أبها.

ب- ٧ أشهر تمتد من مارس إلى سبتمبر بمحطة بيشة.

ج- ٥ أشهر تمتد من مايو إلى يونيو ومن أغسطس إلى سبتمبر بالإضافة إلى شهر مارس بمحطة تثليث.

د- ٨ أشهر تمتد من مارس إلى أكتوبر بمحطة سرلعصان. جدول (١٣).

٧- تتراوح العلاقة بين عدد ساعات السطوع والإشعاع الشمسي بين ٠,٢٥٦٧ في محطة سرلعصان و٠,٧٣٤٧ بمحطة بيشة. وتوضح هذه التباينات قصور المعدلات الشهرية لساعات السطوع في تفسير التغيرات المكانية لكمية الإشعاع الشمسي بمنطقة عسير الجبلية. ويبدو أن لموقع المحطات بالنسبة لدوائر العرض ولاختلاف ارتفاع كل منها بالنسبة للنتوءات التضاريسية بالإضافة إلى اختلاف ورود زاوية الأشعة الشمسية تأثيرات واضحة على تباينات كمية الإشعاع الشمسي المكانية جدول (١٤).

جدول (١٢)

معدلات الإشعاع الشمسي (سعر/سم^{2}/يوم) وساعات السطوع الشمسي (ساعة/يوم)

المحطة	العنصر	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي
أبها	الإشعاع الشمسي	381.6	405.4	424.8	473.3	480.6	502.4	472.6	447.3	484.8	468.7	455.4	389.6	***448.9***
	عدد ساعات السطوع	5.3	5.2	5.4	6.0	5.9	5.5	4.9	5.1	5.5	5.8	5.6	5.3	***5.5***
بيشة	الإشعاع الشمسي	323.7	354.5	387.1	412.2	420.8	438.4	415.5	402.3	399.8	381.9	341.8	304.6	***381.9***
	عدد ساعات السطوع	6.9	7.6	7.3	7.1	7.4	8.4	8.4	7.9	8.0	8.0	7.6	6.1	***7.5***
تثليث	الإشعاع الشمسي	278.9	305.0	339.2	310.8	381.9	403.3	307.7	369.1	360.9	325.0	270.2	266.7	***326.5***
	عدد ساعات السطوع	4.5	4.6	4.6	4.3	5.2	5.9	5.5	6.1	5.6	5.6	6.4	6.1	***5.4***
سرلعصان	الإشعاع الشمسي	411.4	418.9	460.1	480.9	473.9	508.3	473.9	451.5	482.9	450.9	412.1	383.8	***450.7***
	عدد ساعات السطوع	7.9	7.9	8.3	8.1	7.9	7.4	6.8	6.1	7.8	8.4	8.1	7.9	*7.7*

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

٨- تـتماثل المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي ولعدد ساعات السطوع الشمسي في تغيراتها مـع التغيرات الشهرية. ويمكن تلخيص أهم التباينات المكانية المميزة للتغيرات الفصلية للإشعاع الشمسي ولعدد ساعات السطوع في ما يلي :

٨-١ تبـلغ معـدلات الإشـعاع الشـمسـي أدنـاها خلال فصـل الشـتاء بجميع المحطات المناخيـة وبمعـدلات تتـراوح بين ٢٨٣,٥ سـعر/سم٢/يوم بمحطة تثليـث و٤٠٤,٧ سعر/سم٢/يوم بمحطة سرلعصان.

٨-٢ تبـلغ معــدلات الإشــعاع الشـمسي أقصاها خلال فصل الصيف بجميع المحطات المـناخية وبمعــدلات تتـراوح بين ٣٦٠,٠ سـعر/سم٢/يوم بمحطة تثليث و٤٧٧,٩ سعر/سم٢/يوم بمحطة سرلعصان.

٨-٣ تبـلغ معـدلات سـاعات السـطوع الشمسـي أدناها خلال فصل الصيف بمحطتي أبها وسرلعصان بمعدل يبلغ ٥,٢ ساعة/فصل و٦,٨ ساعة/فصل على التوالي، وخلال فصل الشـتاء بمعـدل ٦,٩ سـاعة/فصـل بمحطـة بيشة، وخلال فصل الربيع بمعدل ٤,٧ ساعة/فصل بمحطة تثليث.

٨-٤ تبـلغ معـدلات سـاعات السطوع الشمسي أقصاها خلال فصل الربيع بمعدل ٥,٧ سـاعة/فصـل بمحطة أبها وخلال فصل الصيف بمعدل ٨,٢ ساعة/فصل بمحطة بيشة وخـلال فصـل الخريف بمعـدل ٦ ساعة/فصل بمحطة تثليث وخلال فصلي الخريف والربيع بمعدل ٨,١ ساعة/فصل بمحطة سرلعصان جدول (١٥).

جدول (١٣)

المعدل الشهري لفترة السطوع وكمية الإشعاع الشمسي (سعر/سم٢/يوم) في المحطات المناخية

المحطة	معدل ساعات السطوع	الفتـرة	معدل كمية الإشعاع الشمسي	الفتـرة
أبها	٥,٥	٤ أشهر : أبريل، مايو، أكتوبر، نوفمبر.	٤٤٨,٩	٨ أشهر : أبريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر.
بيشة	٧,٥	٧ أشهر : يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، فبراير.	٣٨١,٩	٧ أشهر : مارس، أبريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر.
تثليث	٥,٤	٧ أشهر : يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر.	٣٢٦,٦	٥ أشهر : مارس، مايو، يونيو، أغسطس، سبتمبر.
سرلعصان	٧,٧	٩ أشهر : سبتمبر، أكتوبر، نوفمبر، ديسمبر، يناير، فبراير، مارس، أبريل، مايو.	٤٥٠,٧	٨ أشهر : مارس، أبريل، مايو، يونيو، يوليو، أغسطس، سبتمبر، أكتوبر.

المصدر عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

جدول (١٤)
العلاقة بين عدد ساعات السطوع (ساعة/يوم)
والإشعاع الشمسي (سعر/سم^{٢}/يوم) في المحطات المناخية .

المحطة	العنصر	X	Y	R^2	r	معادلة الانحدار
أبها	عدد الساعات	٥,٥				ع = ١٥٧,٣ س^{٢} – ١٦٥٩ س + ٤٧٩٩
	عدد الدقائق	٣٣٠		٠,٢٠٢٧	٠,٤٥٠٢	ع = ٠,٠٤٣٧ س^{٢} – ٢٧,٦٦٢ س + ٤٧٩٩
	الإشعاع الشمسي		٤٤٨,٩			
بيشة	عدد الساعات	٧,٥				ع = ٥٩,٠٥٤ س^{٠,٩٢١٧}
	عدد الدقائق	٤٥٠,٠		٠,٥٣٩٨	٠,٧٣٤٧	ع = ١,٣٥٦٢ س^{٠,٩٢١٧}
	الإشعاع الشمسي		٣٨١,٩			
تثليث	عدد الساعات	٥,٤				ع = – ٦١,٩٠٣ س^{٢} + ٦٦٢,٢ س – ١٤١٥,٤
	عدد الدقائق	٣٢٤		٠,٢٨٥٩	٠,٥٣٤٦	ع = – ٠,٠١٧٢ س^{٢} + ١١,٠٣٧ س – ١٤١٥,٤
	الإشعاع الشمسي		٣٢٦,٥			
سرلعصان	عدد الساعات	٧,٧				ع = – ١١,٢٨٢ س^{٢} + ١٥١,٨٣ س – ٤٥,٤٠٩
	عدد الدقائق	٤٦٢		٠,٠٦٥٩	٠,٢٥٦٧	ع = – ٠,٠٠٣١ س^{٢} + ٢,٥٣٠٥ س – ٤٥,٤٠٩
	الاشعاع الشمسي		٤٥٠,٧			

المصدر عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

جدول (١٥)
المعدلات الفصلية للإشعاع الشمسي (سعر/سم^{٢}/فصل) وعدد ساعات السطوع (ساعة/فصل)

المحطة	العنصر	الشتاء	الربيع	الصيف	الخريف
أبها	الإشعاع الشمسي	٣٩٢,٢	٤٥٩,٥	٤٧٤,١	٤٦٩,٦
	عدد ساعات السطوع	٥,٣	٥,٧	٥,٢	٥,٦
بيشة	الإشعاع الشمسي	٣٢٧,٦	٤٠٦,٧	٤١٨,٧	٣٧٤,٥
	عدد ساعات السطوع	٦,٩	٧,٣	٨,٢	٧,٩
تثليث	الإشعاع الشمسي	٢٨٣,٥	٣٤٤,٥	٣٦٠,٠	٣١٨,٧
	عدد ساعات السطوع	٥,٠	٤,٧	٥,٨	٦,٠
سرلعصان	الإشعاع الشمسي	٤٠٤,٧	٤٧١,٦	٤٧٧,٩	٤٤٨,٦
	عدد ساعات السطوع	٧,٩	٨,١	٦,٨	٨,١

المصدر عمل الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ويتضـــح مما تقدم أن الأشعة الشمسية المصدر الرئيس للطاقة في مختلف أشكال الحياة عـــلى ســـطح الأرض ولـــلطاقة دور في تحريك الغلاف الحيوي للأرض بواسطة ما تولده من حـــرارة وضـــوء ورياح. ويتأثر النبات مباشرة بالطاقة الضوئية في كل مرحلة من مراحل نموه بواســطة أشـــعة الشـــمس الـــتي تصل إليه عن طريق الأشعة المباشرة أو غير المباشرة خلال جـــزئيات الهـــواء، وعليه تتوقف عملية نمو النبات على مدى استفادته من هذه الأشعة بنوعيها، حيـــث تســـتخدم النـــباتات الخضراء جزءاً من الأشعة الضوئية في عملية البناء الضوئي لتكون الغـــذاء، وللضـــوء تأثيـــرات مختلفة على النبات من النواحي الشكلية والتشريحية والفسيولوجية فالاحـــتياج لـــلموجات الضـــوئية يختـــلف من نبات لآخر، فكل نوع من النبات يحتاج إلى كمية ونوعيـــة محـــددة من الأشعة للقيام بوظائفه المختلفة مثل البناء الضوئي التي تزداد كلما ازدادت شـــدة الضوء والنتح التي تزداد أيضاً كلما ازدادت شدة الضوء وبالتالي زيادة معدل النتح تؤدي إلى تأثيـــر الضوء على الثغور التي تتفتح لدى تعرضها للضوء أو العكس. وأخيراً عملية إنبات الـــبذور والأزهـــار، فالأشجار العالية كالغابات بمنطقة عسير تحتاج إلى نسبة عالية من الأشعة الحمـــراء للإنبات بينما الشجيرات والأعشاب والحشائش التي تنتشر على أرض الغابة تحتاج إلى نســـبة ضـــئيلة مـــن الأشعة الضوئية خاصة الضوء الأحمر والأزرق لعملية إنبات البذور، كما تســـاعد الأشـــعة البنفســـجية بنسبة ضئيلة في تنظيم عمل الهرمونات الخاصة بالانتحاء الضوئي لاســـتطالة النبات، ونظراً لانخفاض درجات الحرارة في جبال السروات بمنطقة عسير قد تكون الطاقـــة التي يستغلها النبات من خلال ورود الأشعة بزاوية تتراوح بين ٥٠° – ٥٥° توفر الضوء كعـــامل بديـــل لتعويض النبات عن بعض النقص في درجات الحرارة. ولا يقتصر تأثير الأشعة الضـــوئية بشـــكل مباشـــر على النبات ولكنها تؤثر بشكل غير مباشر على كافة وظائف أعضاء النـــبات عـــن طريق تأثيرها على درجة حرارة الهواء والتربة ورطوبتهما، أبوالفتح، (١٩٩٥م)، مجاهد، (١٩٩٥م).

ثانياً – الخصائص الحرارية.

يمكـــن اعتـــبار الحرارة من العناصر المناخية التي ترتبط بها العناصر الأخرى، ونظراً لأهمية تأثيراتها المتداخلة بشكل مباشر أو غير مباشر على بقية العناصر الأخرى التي تدخل في حســـاب الموازنـــة المائية لمعرفة الفاقد المائي الناجم عن التبخر، لأن هذا الفاقد له أثر كبير في معرفة مدى استفادة النبات من الأمطار. وتتباين درجات ومعدلات الحرارة من مكان لآخر تحت تأثيـــر عـــدة عوامـــل منها اختلاف الموقع بالنسبة لدوائر العرض، واختلاف أشكال وارتفاعات التضـــاريس، واخـــتلاف قرب أو بعد الموقع الجغرافي عن المسطحات المائية، واختلاف مراكز العمـــل المؤثرة على سطح الأرض عند الموقع الجغرافي وما يتبعه من حركة الرياح، بالإضافة إلى تـــنوع الغطاء النباتي. وتتباين درجات الحرارة على مستوى المعدلات والدرجات الصغرى والدرجـــات العظـــمى مـــن محطة لأخرى، ومن فصل لآخر ومن شهر لآخر بالمنطقة الجبلية بعسير.

التغيرات الشهرية لمعدلات الحرارة.

تـــتوفر قياســـات لدرجـــات الحرارة بمنطقة عسير الجبلية خلال الفترة الممتدة ١٩٧٠-١٩٩٧م فـــي جميـــع المحطات المناخية هي : أبها، خميس مشيط، تثليث، النماص، سراة عبيدة، سر لعصان، بيشة.

وتتباين معدلات الحرارة الشهرية من محطة لأخرى ومن شهر لآخر بالمنطقة الجبلية بعسير. كما يتضح من جدول (٧) أهم التباينات الحرارية على مستوى المعدلات الشهرية.

١- يُعـــد شـــــهر يـــنايـــر أبـــرد الشهور بمنطقة عسير الجبلية بمعدلات حرارية متباينة من محطـــة لأخـــرى وتتراوح بين ٩,٩ مْ بمحطة النماص و١٧,٨ مْ بمحطتي بيشـــة وتثليث شكل (٢٩).

٢- تعتبر فترة يونيو - أغسطس أحر فترة في السنة بمعدلات حرارية مرتفعة يتراوح أقصاها بيـــن ٢٠,٧ مْ خـــلال شهر يوليو وأغسطس بمحطة النماص و٣١,٨ مْ خلال شهر يوليو بمحطة تثليث شكل (٣٠).

٣- تتـــباين معـــدلات الحـــرارة الشهرية العظمى مع معدلات كمية الإشعاع الشمسي الشهري العظمى في الزمن بمحطات بيشة وتثليث وسرلعصان ولا تتوافق سوى بمحطة أبها خلال شهر يونيو.

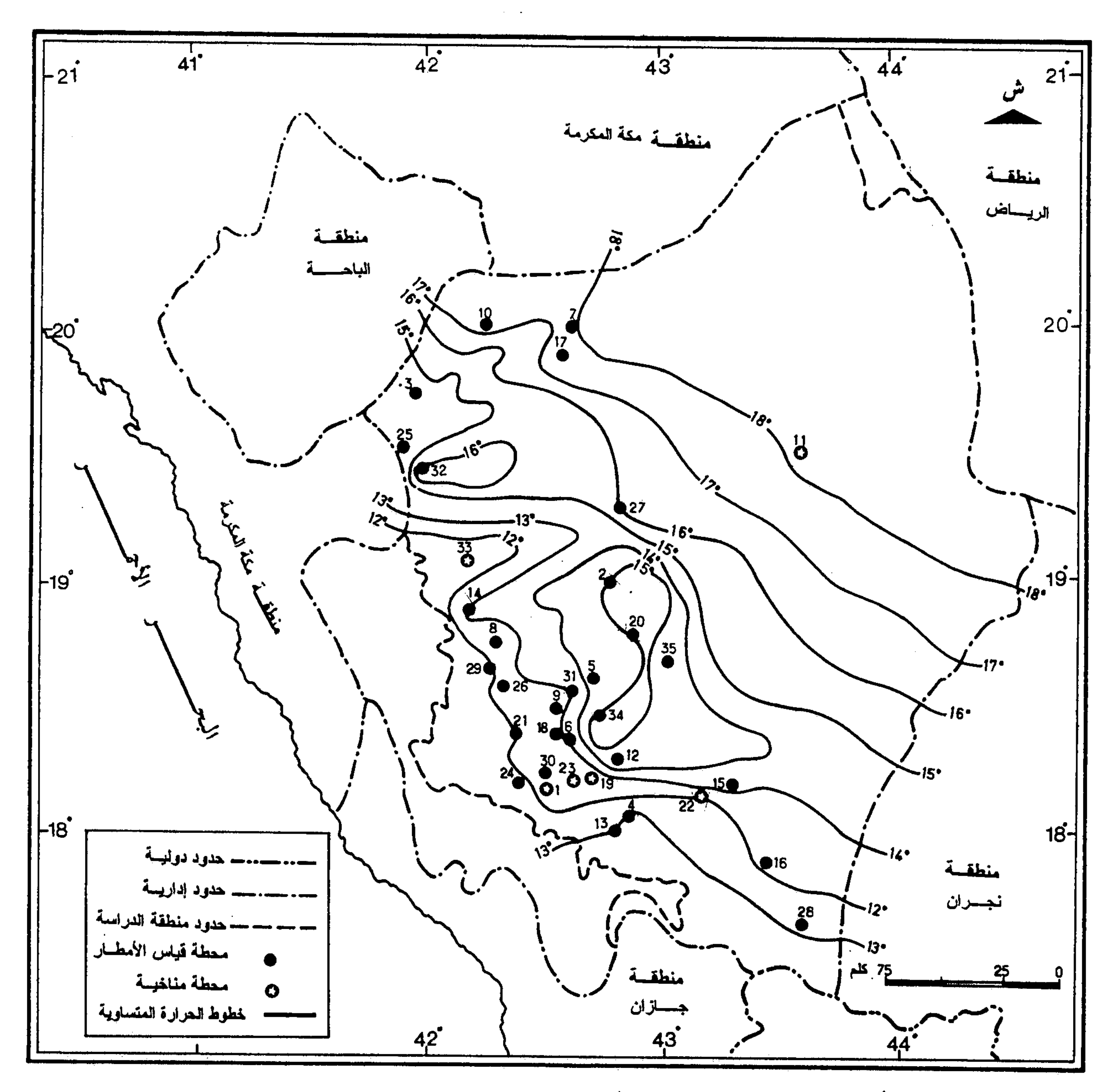
٤- تتـــباين معـــدلات الحرارة الشهرية الصغرى مع معدلات كمية الإشعاع الشمسي الشهري الصـــغرى فـــي الـــزمن بمحطات بيشة وتثليث وسرلعصان ولا تتوافق سوى بمحطة أبها خلال شهر يناير.

٥- تـــتأثر معدلات الحرارة السنوية بالمحطات المناخية المدروسة بمعدلات الحرارة الشهرية العظمى مثل تأثرها بمعدلات الحرارة الشهرية الصغرى كما يوضح الترتيب التالي :

المعدلات الشهرية الصغرى (م°)		المعدلات الشهرية العظمى (م°)		المعدلات السنوية (م°)	
١ - النماص	٩,٩	١ - النماص	٢٠,٧	١ - النماص	١٥,٧
٢ - سرلعصان	١٢,٩	٢ - سرلعصان	٢٢,٢	٢ - سرلعصان	١٧,٤
٣ - سراة عبيدة	١٣,٠	٣ - سراة عبيدة	٢٢,٦	٣ - سراة عبيدة	١٧,٩
٤ - أبها	١٣,١	٤ - أبها	٢٣,١	٤ - أبها	١٨,٢
٥ - خ. مشيط	١٣,٥	٥ - خ. مشيط	٢٣,٥	٥ - خ. مشيط	١٨,٩
٦ - بيشة	١٧,٨	٦ - بيشة	٣١,٣	٦ - بيشة	٢٤,٩
٧ - تثليث	١٧,٨	٧ - تثليث	٣١,٨	٧ - تثليث	٢٥,١

شكل (٢٩)

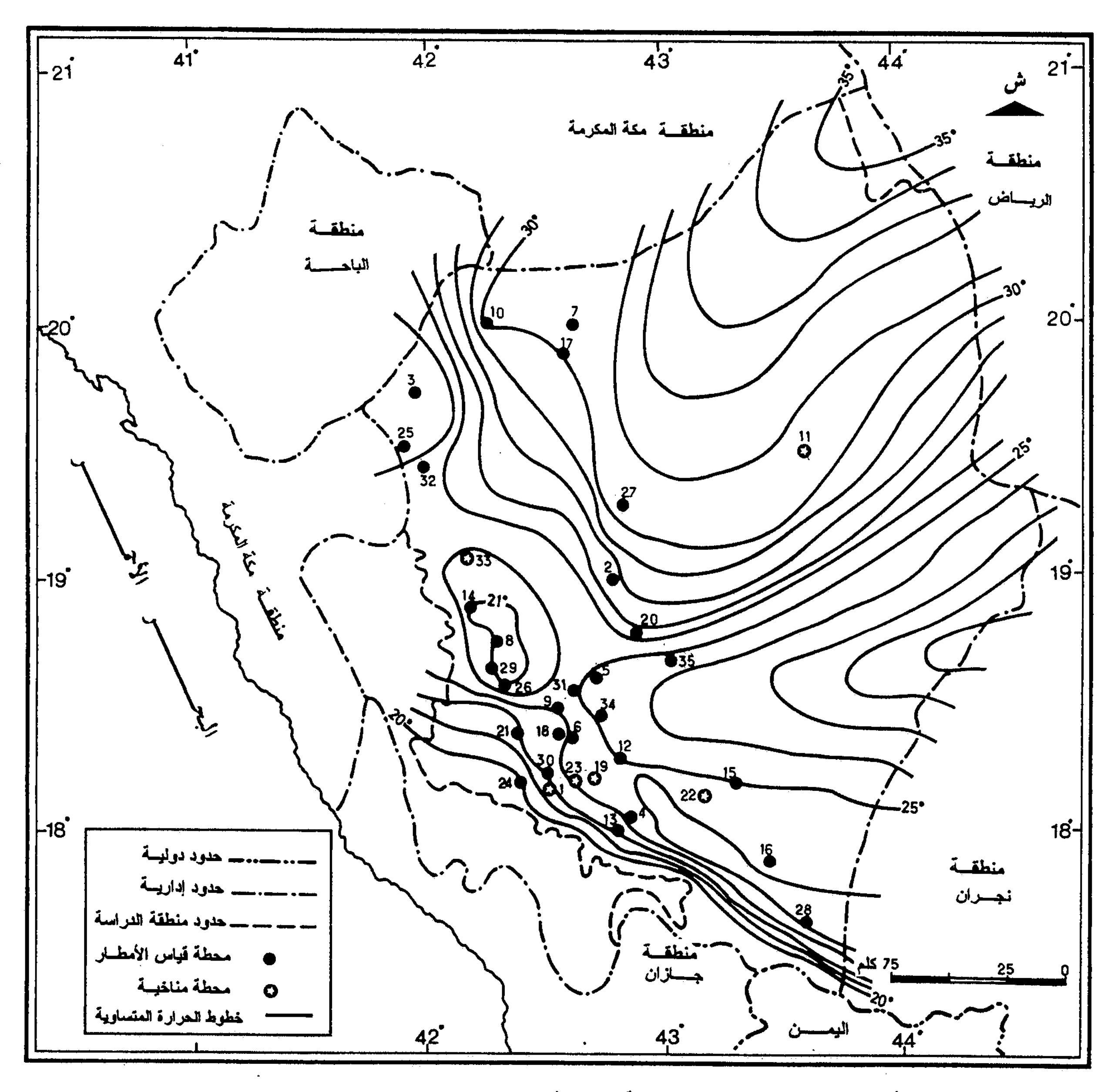
معدل الحرارة لشهر يناير في منطقة عسير الجبلية ٧٠/١٩٩٧م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

شكل (٣٠)

معدل الحرارة لشهر يوليو في منطقة عسير الجبلية ٧٠/١٩٩٧م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

٦- تتباين معدلات الحرارة الشهرية العظمى مع معدلات ساعات السطوع الشمسي العظمى في الزمن بجميع المحطات المناخية.

٧- تتباين المعدلات الشهرية للحرارة الصغرى مع معدلات ساعات السطوع الشمسي الصغرى في الزمن بجميع المحطات المناخية المدروسة.

٨- تتراوح العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة ومعدلات ساعات السطوع الشهري بين ٠,٣٨٧٤ بمحطة أبها و ٠,٦٩٣١ بمحطة سرلعصان.

٩- تمتد الفترة الحارة من مايو إلى سبتمبر بمحطات أبها وخميس مشيط وسرلعصان ومن أبريل حتى سبتمبر بمحطتي بيشة وتثليث ومن مايو حتى أكتوبر بمحطتي سراة عبيدة والنماص.

١٠- تتراوح العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة ومعدلات كمية الإشعاع الشمسي الشهرية بين ٠,٨١٦٦ بمحطة تثليث و ٠,٩٥٥٤ بمحطة بيشة جدول (١٦).

التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة العظمى المطلقة.

وتتباين معدلات الحرارة الشهرية العظمى من محطة لأخرى ومن شهر لآخر في المنطقة الجبلية بعسير. وتتلخص أهم التباينات الحرارية على مستوى المعدلات الشهرية في ما يلي: جدول (٧) وأشكال (٣١-٣٧).

١ - تبلغ معدلات الحرارة الشهرية العظمى أدناها خلال شهر يناير بجميع المحطات بمعدلات تتراوح بين ١٣,٩ م° بمحطة النماص و ٢٦,٠ م° بمحطة بيشة.

٢ - تبلغ معدلات الحرارة الشهرية نهايتها العظمى خلال شهر يونيو بأبها وبيشة وبسرلعصان وبالنماص بمعدلات تتراوح بين ٢٦,٤ م° و٣٩,٣ م° وخلال شهر يوليو بتثليث وبخميس مشيط وبسراة عبيدة بمعدلات تتراوح بين ٢٩,٠ م° و٣٩,٤ م°.

٣ - تمتد أشهر السنة التي تتميز بمعدلات حرارية شهرية عظمى تزيد عن المعدل الشهري للسنة من مايو حتى سبتمبر بمحطتي سراة عبيدة وخميس مشيط، ومن مايو حتى أكتوبر بمحطتي أبها والنماص، ومن أبريل حتى سبتمبر بمحطتي بيشة وتثليث، ومن أبريل حتى أكتوبر بمحطة سرلعصان.

٤ - تتباين فترة معدلات الحرارة الشهرية العظمى التي تزيد عن المعدل السنوي مع فترة المعدلات الشهرية لعدد ساعات السطوع التي تزيد عن المعدل الشهري للسنة ومع معدلات الإشعاع الشمسي الشهرية التي تزيد عن المعدل الشهري للسنة بالمحطات المناخية المدروسة.

٥ - تتراوح العلاقة بين معدلات الحرارة الشهرية العظمى والمعدلات الشهرية لعدد ساعات السطوع بين ٠,٣٦٩٤ بمحطة أبها و٠,٧٦٠٨ بمحطة بيشة.

٦ - تتراوح العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة العظمى والمعدلات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي بين ٠,٧٨٨٢ بمحطة سرلعصان و٠,٩٤١٨ بمحطة بيشة جدول (١٦).

جدول (١٦)

العلاقة بين معدلات الحرارة الشهرية (مْ) وعدد ساعات السطوع الشمسي (ساعة / يوم) وكمية الإشعاع الشمسي (سعر/ سم٢ / يوم) في بعض المحطات المناخية.

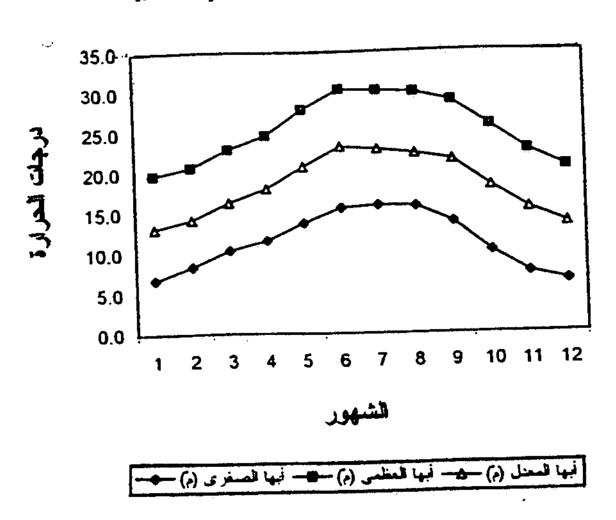
أبهـــا				بيشـــة				تثليـــث				سرلعصان			
Y	X	R	R^2	Y	X	R	R^2	Y	X	R	R^2	Y	X	R	R^2
tm	H	٠,٤٥٥٨	٠,٢٠٧٨	Tm	H	٠,٧١٤١	٠,٥١٠٠	tm	H	٠,٤٨٦٧	٠,٢٣٦٩	tm	H	٠,٧٠٤٢	٠,٤٩٦٠
Tx	H	٠,٣٦٩٤	٠,١٣٦٥	Tx	H	٠,٧٦٠٨	٠,٥٧٨٩	Tx	H	٠,٥٧٦١	٠,٣٣١٩	Tx	H	٠,٦٢٧٨	٠,٣٩٤٢
T	H	٠,٣٨٧٤	٠,١٥٠١	T	H	٠,٧٢٧٤	٠,٥٢٩٢	T	H	٠,٥٣١٥	٠,٢٨٢٥	T	H	٠,٦٩٣١	٠,٤٨٠٥
Rd	tm	٠,٧٨٠٣	٠,٦٠٩٠	Rd	Tm	٠,٩٦٧٣	٠,٩٣٥٨	Rd	tm	٠,٨٢٠١	٠,٦٧٢٦	Rd	tm	٠,٨٦٩١	٠,٧٥٥٤
Rd	Tx	٠,٨٩٥٦	٠,٨٠٢١	Rd	Tx	٠,٩٤١٨	٠,٨٨٧٠	Rd	Tx	٠,٨١٤٦	٠,٦٦٣٦	Rd	Tx	٠,٧٨٨٢	٠,٦٢١٣
Rd	T	٠,٨٨٣٠	٠,٧٧٩٧	Rd	T	٠,٩٥٠٤	٠,٩١٢٩	Rd	T	٠,٨١٦٦	٠,٦٦٦٩	Rd	T	٠,٩٠٦٣	٠,٨٢١٥

• المصدر : الجدول من إعداد الباحثة.

H = عدد ساعات السطوع الشمسي (ساعة / يوم).
tm = المعدل الشهري للحرارة الصغرى (مº).
T = المعدل الشهري للحرارة (مº).
Tx = المعدل الشهري للحرارة العظمى (مº).
Rd = المعدل الشهري لكمية الإشعاع الشمسي (سعر/ سم٢ / يوم).

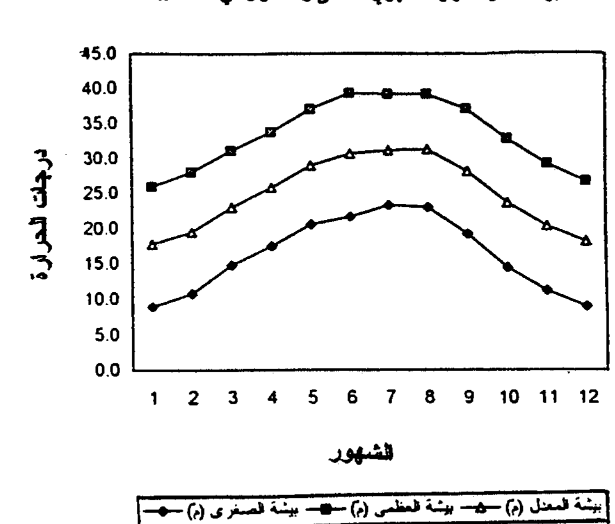
شكل (٣١)

تغيرات معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة أبها.



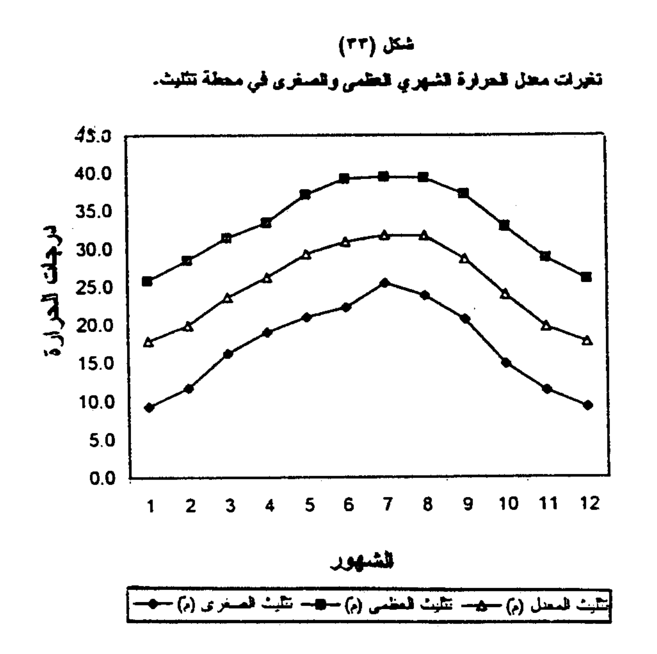
شكل (٣٢)

تغيرات معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة بيشة.

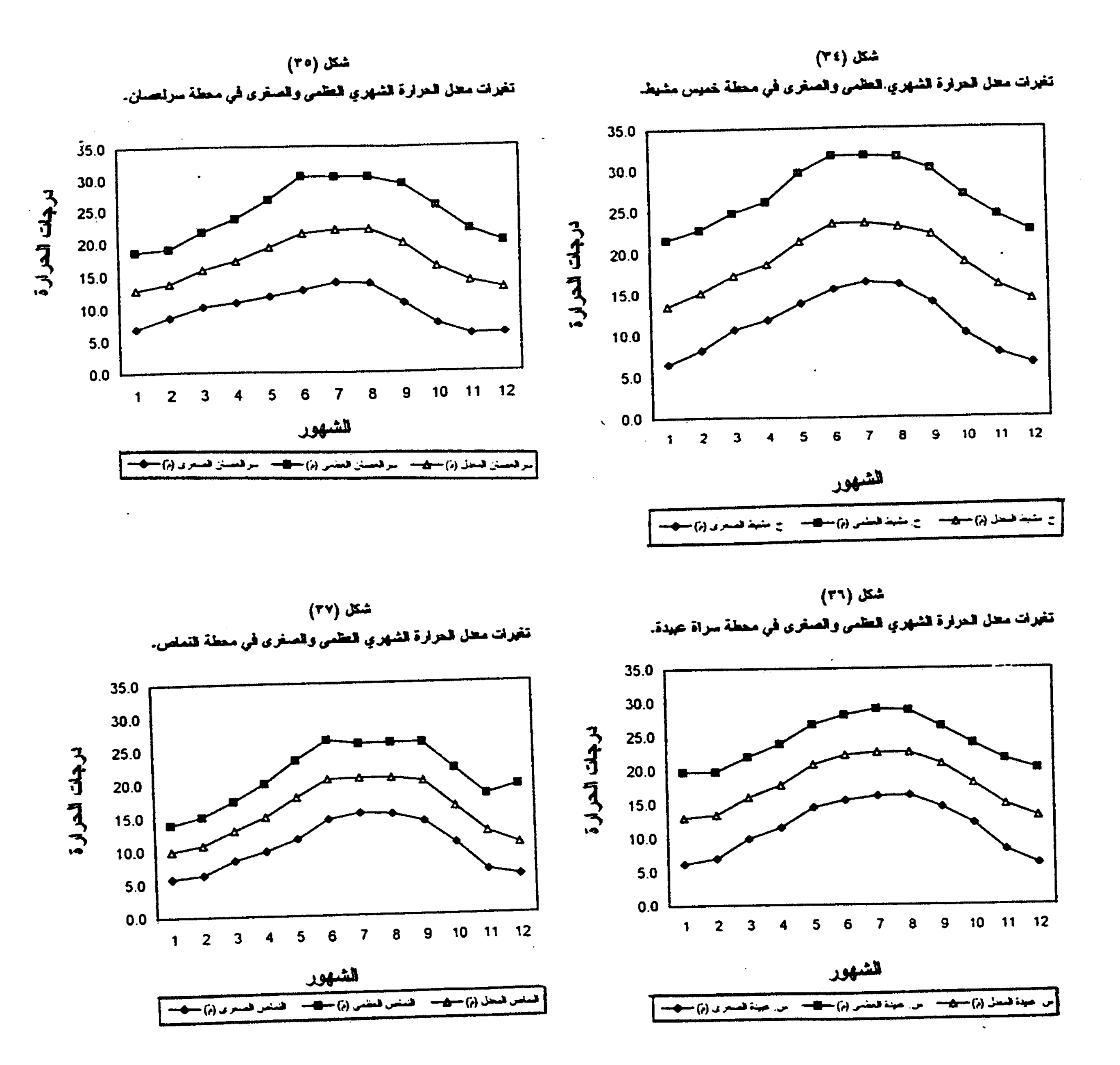


شكل (٣٣)

تغيرات معدل الحرارة الشهري العظمى والصغرى في محطة تثليث.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ – ١٩٩٧ م.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ – ١٩٩٧ م.

التغيرات الشهرية لدرجة الحرارة الصغرى المطلقة.

تـتماثل تبايـنات الـتغيرات الشـهرية للحرارة الصغرى مع مثيلاتها للحرارة الشهرية العظـمى من محطة لأخرى ومن شهر لآخر في المنطقة الجبلية بعسير. وتتلخص أهم التباينات للمعدلات الشهرية للحرارة الصغرى في ما يلي: جدول (٧) وأشكال (٣١-٣٧).

١- يعد شهرا يناير وديسمبر أبرد شهور السنة بمعدلات حرارية تتراوح بين ٥,٨ م° بمحطة النماص و٩,٣ م° بمحطة تثليث.

٢- تبـلغ معـدلات الحـرارة الشهرية نهايتها الصغرى خلال شهر يوليو بمعدلات حرارية تـتراوح بيـن ١٤,٠ م° بمحطـة سرلعصـان و٢٥,٤ م° بمحطة تثليث، وخلال شهر أغسطس بمعدل ١٦,١م° بمحطة سراة عبيدة.

٣- تمـتد الفـترة الـتي تتميز بمعدلات شهرية للحرارة الصغرى تزيد عن المعدل الشهري للسنة من شهر أبريل إلى شهر سبتمبر بمحطات أبها وبيشة وتثليث وخميس مشيط، ومن مـايو إلى أكـتوبر بمحطة سراة عبيدة ومن مارس إلى سبتمبر بمحطة سرلعصان ومن مايو إلى أكتوبر بمحطة النماص.

٤- تـتوافق فترة المعدلات الشهرية للحرارة الصغرى التي تزيد عن المعدل الشهري للسنة بالمحطات مع مثيلتها للمعدلات الشهرية للحرارة العظمى بمحطة بيشة وتثليث والنماص وتتباين في باقي المحطات الأخرى.

٥- تـتراوح العلاقـة بيـن المعدلات الشهرية للحرارة الصغرى والمعدلات الشهرية لكمية الإشعاع الشمسي بين ٠,٧٨٠٣ بمحطة أبها و٠,٩٦٧٣ بمحطة بيشة.

٦- تـتراوح العلاقـة بيـن المعدلات الشهرية للحرارة الصغرى والمعدلات الشهرية لعدد سـاعات السـطوع الشـمسـي بين ٠,٤٥٥٨ بمحطة أبهـا و ٠,٧١٤١ بمحطة بيشـة جدول (١٦).

تقدير المعدلات الشهرية للحرارة بمحطات قياس الأمطار.

تتأثر درجات الحرارة من مكان لآخر على سطح الأرض بالارتفاع والبعد أو القرب من المسطحات المائية مثل البحار والمحيطات التي تعمل تأثيراتها الرطبة على تلطيف وتعديل درجات الحرارة على سطح الأرض، خاصة خلال الفصول الحارة، كما يتأثر التوزيع المكاني لدرجات الحرارة بالموقع بالنسبة لدوائر العرض خاصة إذا كانت المنطقة المدروسة تمتد على أقاليم جغرافية واسعة. ولقد اعتمدنا على قياسات الحرارة التي تمت بالمنطقة الجبلية بعسير في المحطات المناخية هي أبها وبيشة وتثليث وخميس مشيط وسرلعصان وسراة عبيدة والنماص خلال الفترة المدروسة لتقدير درجات الحرارة في ٢٨ محطة لقياس الأمطار لا تحتوي على

سجلات حرارية. ولقد تمت المعالجة الإحصائية باستخدام نموذج الانحدار الخطي المقطعي لمعادلة تقدير معدلات الحرارة الشهرية اعتماداً على عاملي الارتفاع والمسافة الفاصلة بين خط الساحل للبحر الأحمر وموقع المحطة بدلاً عن درجات العرض نظراً لتقارب مواقع المحطات المحصورة بين درجتي العرض ٢٥َ ١٧ْ و ٥٧َ ٢٠ْ. ولقد أعطى النموذج الرياضي لتقدير معدلات الحرارة بمنطقة الدراسة اعتماداً على عنصري الارتفاع والبعد عن خط الساحل نتائج مماثلة للدراسة التي قام بها الجراش في بحثه "نماذج متوسطات درجة الحرارة الشهرية في المملكة العربية السعودية". الجراش، (١٩٩١م). وتتلخص العلاقات الموجودة بين معدلات درجات الحرارة المقاسة من جهة وعاملي الارتفاع والبعد عن البحر من جهة ثانية جدول (١٧).

وتتلخص النتائج المتحصل عليها بواسطة المعالجة الرياضية في المحطات المناخية المعتمدة في تقدير معدلات درجات الحرارة بمحطات قياس الأمطار جدول (١٨).

وعلى سبيل المثال كيفية تقدير معدل درجة الحرارة لشهر يناير في محطة أبوجنيه كالتالي:

المتغير الأول : الارتفاع = ١٦٥٠م

المتغير الثاني : البعد عن البحر = ١٧٥كم

الثابت = ٢١,٤٢١٤

النموذج الرياضي لمتوسط حرارة شهر يناير هو :

ح = [(-٠,٠٠٤١) × ١٦٥٠م] + [(٠,٠٠٢١) × ١٧٥كم] + ٢١,٤٢١٤

= [-٦,٧٦٥] + [٠,٣٦٧٥] + ٢١,٤٢١٤

= ٢١,٧٨٨٩ - ٦,٧٦٥

ح = ١٥,٠ مْ

ويتضح مما تقدم أن لدرجات الحرارة تأثيراً كبيراً في نمو وتوزيع النبات بشكل مباشر أو غير مباشر في جميع وظائفه الحيوية لمختلف مراحل النمو فهي تؤثر في العمليات الطبيعية كالانتشار والبناء الضوئي والتنفس والامتصاص والنتح والإنبات،وتعتمد معدلات هذه العمليات على تغيير درجة الحرارة لأن لكل نوع من النبات حدود تحمل معينة لدرجات الحرارة (المثلى والحد الأدنى والأعلى) لتمكينه من العيش والبقاء. فإذا ارتفعت درجة الحرارة أو انخفضت عن هذه الحدود أدى ذلك إلى توقف النشاط النباتي. ودرجة الحرارة المثلى هي الدرجة التي تتلاءم وأقصى سرعة للنمو في فترة معينة من مراحل النمو وهذه الدرجة مختلفة باختلاف النبات أما

درجـــة الحـــرارة الدنيـــا فهي الحد الأدنى للحرارة التي لا يمكن لنبات أن ينمو ويزدهر إذا ما انخفضت إلى ما دون ذلك الحد وهو ما يعرف بصفر النمو، وكذلك بالنسبة للحد الأعلى للحرارة حيـث لا يمكــن للنــبات أن يكمل نموه إذا ما زادت تلك الدرجة عن هذا الحد الأعلى. ويتوقف معدل البناء الضوئي على تأثير درجة الحرارة لكل نوع من النبات فدرجة الحرارة المنخفضة لا توقــف عمــلية البــناء الضوئي بل على العكس يكون معدل التمثيل الضوئي في درجة الصفر المــئوي أعــلى منه في درجة حرارة ٤٠ْم وهذا ما يفسر قدرة نبات العرعر والأشنان في جبال الســروات بمــنطقة عســير على إكمال دورة حياتها في درجات حرارة منخفضة تحت الصفر، وعلى العكس من ذلك يكون أثر الحرارة على التنفس حيث يزداد معدل التنفس كلما زادت درجة الحــرارة، ويــتوقف التــنفس عند النبات بين ٠ – ٥ْم تحت الصفر. ونظراً لاختلاف الاحتياج النــباتي للحرارة في النمو نجد أن نباتات المناطق الباردة (العرعر والأشنان) يتوقف فيها التنفس عند درجة حرارة ١٠ْم تحت الصفر ولكن هذه النباتات لديها وسيلة توقف بها عملية التنفس دون توقف عملية البناء الضوئي.

وبصــورة عامــة فــإن درجة الحرارة المثلى لعمليات التنفس أعلى منها لعمليات البناء الضــوئي ويســتمر تأثير درجة الحرارة على معدل امتصاص النبات للماء حيث ينخفض معدل الامتصــاص في كثير من أنواع النبات عندما تنخفض درجة حرارة التربة إلى درجة قريبة من الصــفر لأن انخفاض درجة حرارة الجذور يخفض من قدرتها على امتصاص الماء، كما يزداد معــدل النــتح في النبات مع زيادة درجة الحرارة لارتباط ذلك بالأشعة الشمسية ونوعيتها التي تؤثر بشكل مباشر في عملية الإنبات. عبدالقادر، (١٩٧٩م)، مجاهد، (١٩٩٥م).

ثالثاً – الرطوبة النسبية.

تُعــد الــرطوبة النسبية من العناصر المناخية التي تشكل مناخ المنطقة الجبلية بعسير، ولــتأثرها بدرجــات حــرارة الهواء فإن انخفاض درجة حرارة الهواء يؤدي إلى زيادة رطوبته النســبية والعكــس صــحيح، ولعل هذا يفسر لنا أحد الأسباب غير المباشرة للرطوبة النسبية في الــتأثير عــلى عمــلية التــبخر/النتح عن طريق درجة الحرارة ويقصد بالرطوبة النسبية النسبة المــئوية لوزن بخار الماء الموجود بالهواء إلى وزن بخار الماء في الهواء عند درجة التشبع في نفــس درجــة الحــرارة. وتتأثر نسبة بخار الماء بعدة عوامل منها درجة حرارة الهواء والبعد والقــرب مــن المســطحات المائيــة والارتفاع والأمطار ورطوبة التربة وكثافة ونوع الغطاء النباتي.وتتوفر قياســات الرطوبة النسبية بمنطقة الدراسة خلال الفترة الممتدة ١٩٧٠م– ١٩٩٧م فــي جميــع المحطات المناخية هي أبها، بيشه، تثليث، خميس مشيط، سراة عبيدة، سرلعصان، النماص.

جدول (١٧)

العلاقة بين معدلات الحرارة الشهرية مْ وارتفاع المحطات وبعدها عن البحر .

الشهر	معادلة الانحـــــــــــدار	معامل الارتباط	R^2
يناير	ح = [(٠,٠٠٤١ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٠٢١) البعد عن البحر (كلم)] + ٢١,٤٢١٤	٠,٩٧٠٨	٠,٩٤٢٥
فبراير	ح = [(٠,٠٠٥١ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٠٠٩) البعد عن البحر (كلم)] + ٢٥,١٥١٨	٠,٩٨٢٢	٠,٩٦٤٢
مارس	ح = [(٠,٠٠٥٢ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٠٨) البعد عن البحر (كلم)] + ٢٦,٤٥٢١	٠,٩٨٨٨	٠,٩٧٧٩
أبريل	ح = [(٠,٠٠٥٢ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠١٥٦) البعد عن البحر (كلم)] + ٢٧,٠١٧٧	٠,٩٩٣١	٠,٩٨٦٣
مايو	ح = [(٠,٠٠٤٩ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٢١٥) البعد عن البحر (كلم)] + ٢٨,٢٨٦١	٠,٩٩٠٠	٠,٩٨٠١
يونيو	ح = [(٠,٠٠٥ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠١٦) البعد عن البحر (كلم)] + ٣١,٤٥٦	٠,٩٨٩٠	٠,٩٧٨١
يوليو	ح = [(٠,٠٠٥ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٢٠٦) البعد عن البحر (كلم)] + ٣٠,٨٨٩٥	٠,٩٩٦٨	٠,٩٩٣٦
أغسطس	ح = [(٠,٠٠٤٧ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٢٥) البعد عن البحر (كلم)] + ٢٩,٣٦٦٧	٠,٩٩٨٠	٠,٩٩٦٠
سبتمبر	ح = [(٠,٠٠٣٥ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٢١) البعد عن البحر (كلم)] + ٢٦,١٤٩٤	٠,٩٨٤٩	٠,٩٧٠٠
أكتوبر	ح = [(٠,٠٠٢٩ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠١٨٧) البعد عن البحر (كلم)] + ٢١,٦٢١	٠,٩٧٨٩	٠,٩٥٣٨
نوفمبر	ح = [(٠,٠٠٣٦ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٠٨٧) البعد عن البحر (كلم)] + ٢١,٣٠٨	٠,٩٤٨٩	٠,٩٠٠٤
ديسمبر	ح = [(٠,٠٠٤١ –) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٠١١) البعد عن البحر (كلم)] + ٢٢,٤٥٥٩	٠,٩٧١٤	٠,٩٤٣٦

الجدول من إعداد الباحثة.

جدول (١٨)

معدلات الحرارة مْ الشهرية المنطقة الجبلية بعسير.

اسم المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	١٢,٧	١٣,٩	١٥,٩	١٧,٤	١٩,٩	٢٢,٢	٢٢,٣	٢٢,٠	٢٠,٨	١٧,٣	١٤,٥	١٣,٢
أبوجنية	١٥,١	١٦,٦	١٩,٣	٢١,٢	٢٣,٩	٢٦,٠	٢٦,٣	٢٦,١	٢٤,٠	٢٠,١	١٧,٠	١٥,٤
أدمة	١٤,٢	١٥,٦	١٧,٩	١٩,٦	٢٢,٢	٢٤,٤	٢٤,٦	٢٤,٢	٢٢,٥	١٨,٨	١٥,٩	١٤,٧
آل عامر	١٢,٦	١٣,٦	١٥,٨	١٧,٥	٢٠,٢	٢٢,٤	٢٢,٦	٢٢,٤	٢١,١	١٧,٧	١٤,٥	١٣,٠
بني ثور	١٤,٨	١٦,٣	١٨,٩	٢٠,٨	٢٣,٤	٢٥,٥	٢٥,٨	٢٥,٥	٢٣,٦	١٩,٧	١٦,٧	١٥,٢
بني مالك	١٣,٦	١٥,٠	١٧,٠	١٨,٥	٢٠,٩	٢٣,٣	٢٣,٣	٢٢,٩	٢١,٤	١٧,٩	١٥,٢	١٤,١
بيشة	١٧,٨	١٩,٧	٢٣,١	٢٥,٦	٢٨,٧	٣٠,٤	٣١,٠	٣٠,٩	٢٧,٨	٢٣,٣	١٩,٩	١٨,٠
بللسمر	١٢,٥	١٣,٦	١٥,٧	١٧,٢	١٩,٨	٢٢,١	٢٢,٢	٢١,٩	٢٠,٧	١٧,٣	١٤,٤	١٣,٠
تاجر	١٢,٣	١٣,٣	١٥,٥	١٧,١	١٩,٧	٢١,٩	٢٢,١	٢١,٨	٢٠,٧	١٧,٣	١٤,٢	١٢,٨
تبالة	١٧,٧	١٩,٨	٢٢,٧	٢٤,٩	٢٧,٦	٢٩,٦	٣٠,٠	٢٩,٦	٢٦,٨	٢٢,٤	١٩,٤	١٨,٠
تثليث	١٨,١	١٩,٩	٢٣,٧	٢٦,٥	٢٩,٧	٣١,٢	٣٢,٠	٣٢,٠	٢٨,٨	٢٤,٢	٢٠,٣	١٨,١
تندحة	١٤,٠	١٥,٣	١٧,٩	١٩,٧	٢٢,٥	٢٤,٥	٢٤,٨	٢٤,٦	٢٢,٩	١٩,١	١٦,٠	١٤,٤
تمنية	١٢,٣	١٣,٣	١٥,٥	١٧,١	١٩,٧	٢١,٩	٢٢,١	٢١,٨	٢٠,٧	١٧,٣	١٤,٢	١٢,٨
تنومة	١٣,١	١٤,٤	١٦,٣	١٧,٧	٢٠,١	٢٢,٥	٢٢,٥	٢٢,١	٢٠,٨	١٧,٤	١٤,٧	١٣,٧
الجوف	١٣,٥	١٤,٥	١٧,٣	١٩,٥	٢٢,٥	٢٤,٣	٢٤,٨	٢٤,٨	٢٣,١	١٩,٤	١٥,٧	١٣,٧
الحرجة	١٢,٣	١٣,٠	١٥,٧	١٧,٨	٢٠,٨	٢٢,٧	٢٣,١	٢٣,١	٢١,٨	١٨,٣	١٤,٦	١٢,٥
الحيفة	١٧,٥	١٩,٤	٢٢,٦	٢٤,٩	٢٧,٨	٢٩,٦	٣٠,١	٢٩,٩	٢٧,٠	٢٢,٧	١٩,٤	١٧,٧
الحني	١٣,٢	١٤,٤	١٦,٧	١٨,٣	٢٠,٩	٢٣,١	٢٣,٣	٢٢,٩	٢١,٥	١٨,٠	١٥,٠	١٣,٧
خميس مشيط	١٣,٢	١٤,٤	١٦,٦	١٨,٣	٢١,٠	٢٣,٢	٢٣,٣	٢٣,١	٢١,٧	١٨,١	١٥,١	١٣,٦
خيبر الجنوب	١٥,١	١٦,٦	١٩,٤	٢١,٤	٢٤,٢	٢٦,٢	٢٦,٦	٢٦,٤	٢٤,٣	٢٠,٣	١٧,١	١٥,٤
الزهراء	١١,٩	١٢,٨	١٤,٧	١٦,٢	١٨,٦	٢١,٠	٢١,١	٢٠,٧	١٩,٨	١٦,٥	١٣,٦	١٢,٤
سراة عبيدة	١٢,٠	١٢,٨	١٥,٣	١٧,٣	٢٠,٣	٢٢,٢	٢٢,٦	٢٢,٦	٢١,٤	١٧,٩	١٤,٣	١٢,٣
سر لعصان	١٣,١	١٤,٤	١٦,٤	١٧,٩	٢٠,٤	٢٢,٨	٢٢,٨	٢٢,٥	٢١,٢	١٧,٧	١٤,٨	١٣,٦
السودة	١٠,١	١٠,٧	١٢,٥	١٣,٩	١٦,٥	١٨,٨	١٨,٩	١٨,٦	١٨,٢	١٥,٢	١٢,١	١٠,٧
سبت العلايا	١٤,١	١٥,٦	١٧,٧	١٩,٢	٢١,٦	٢٤,٠	٢٤,٠	٢٣,٦	٢٢,٠	١٨,٤	١٥,٧	١٤,٧
صبح بللحمر	١٢,٧	١٣,٩	١٥,٩	١٧,٤	١٩,٩	٢٢,٢	٢٢,٣	٢٢,٠	٢٠,٨	١٧,٣	١٤,٥	١٣,٢
صمخ	١٥,٩	١٧,٤	٢٠,٧	٢٣,٣	٢٦,٤	٢٨,٠	٢٨,٧	٢٨,٧	٢٦,٢	٢٢,٠	١٨,٢	١٦,١
ظهران الجنوب	١٣,٥	١٤,٧	١٧,٢	١٩,١	٢١,٩	٢٣,٩	٢٤,٢	٢٤,٠	٢٢,٥	١٨,٨	١٥,٥	١٣,٩
عبالة	١١,٦	١٢,٤	١٤,٥	١٦,٠	١٨,٦	٢٠,٩	٢١,٠	٢٠,٨	١٩,٩	١٦,٦	١٣,٥	١٢,١
علكم	١٢,٧	١٣,٩	١٥,٩	١٧,٤	١٩,٩	٢٢,٢	٢٢,٣	٢٢,٠	٢٠,٨	١٧,٣	١٤,٥	١٣,٢
الماوين	١٣,٠	١٤,١	١٦,٤	١٨,١	٢٠,٨	٢٣,٠	٢٣,٢	٢٣,٠	٢١,٦	١٨,١	١٤,٩	١٣,٤
م. بني عمرو	١٦,٨	١٨,٩	٢١,١	٢٢,٦	٢٤,٩	٢٧,٣	٢٧,٣	٢٦,٧	٢٤,٣	٢٠,٣	١٨,٠	١٧,٤
النماص	١١,١	١١,٨	١٤,٠	١٥,٦	١٨,٤	٢٠,٦	٢٠,٧	٢٠,٦	١٩,٨	١٦,٦	١٣,٢	١١,٦
و. ابن هشبل	١٥,٠	١٦,٦	١٨,٩	٢٠,٥	٢٣,٠	٢٥,٣	٢٥,٤	٢٥,٠	٢٣,١	١٩,٣	١٦,٦	١٥,٥
يعرى	١٤,٢	١٥,٤	١٨,٢	٢٠,٢	٢٣,١	٢٥,٠	٢٥,٤	٢٥,٣	٢٣,٥	١٩,٧	١٦,٣	١٤,٥

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا.

التغيرات الشهرية لمعدلات الرطوبة النسبية.

تتـباين معدلات الرطوبة النسبية الشهرية من محطة لأخرى ومن شهر لآخر. وتتلخص أهم التباينات المميزة للمعدلات الشهرية في المنطقة الجبلية بعسير في جدول (١٩).

١- تبـلغ معدلات الرطوبة النسبية الشهرية التي تزيد عن المعدل الشهري للسنة خلال الفترة الممتدة من شهر نوفمبر إلى أبريل بمحطات أبها وبيشة وتثليث وخميس مشيط والنماص ومن شهر ديسمبر إلى أبريل لمحطتي سراة عبيدة وسرلعصان.

٢- تـتراوح المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية العظمى بين ٥٠,٩ % بمحطة تثليث خلال شهر يناير و٧٠,٨ % بمحطة النماص خلال شهر يناير.

- تبـلغ معـدلات الـرطوبة النسبية أقصاها خلال شهر يناير بمحطات أبها وبيشة وتثليث وخميس مشيط والنماص وخلال شهر فبراير بمحطتي سراة عبيدة وسرلعصان.

٤- تـتراوح المعدلات الشهرية للرطوبة النسبية الصغرى بين ٢٦,٨ % بمحطة تثليث خلال شهر سبتمبر و٤٤,٤ % بمحطة سرلعصان خلال نفس الشهر.

٥- تبـلغ معـدلات الرطوبة النسبية أدناها خلال شهر يونيو بمحطتي أبها والنماص وخلال شـهر يوليـو بمحطـة بيشة وخلال شهر سبتمبر بمحطات تثليث وسراة عبيدة وخميس مشيط وسرلعصان.

٦- تبـلغ المعـدلات الشهرية للرطوبة النسبية السنوية أقصاها بمحطة النماص بمعدل يصل إلى ٥٧,٩ % وأدناها بمحطة تثليث بمعدل لا يتعدى ٣٨,١ %.

٧- تترتب الفصول حسب معدل رطوبتها النسبية على النحو التالي جدول (٢٠).

أ - **الشتاء** : بمعدل يتراوح بين ٤٩,٥ % بمحطة تثليث و٦٩,٠ % بمحطة أبها.

ب - **الـربيع** : بمعـدل يـتراوح بيـن ٤١,١ % بمحطة تثليث و٦١,٧ % بمحطة النماص.

ج - **الخـريف** : بمعـدل يـتراوح بيـن ٣٣,٨ % بمحطة تثليث و٥٣,٠ % بمحطة النماص.

د - **الصـيف** : بمعـدل يـتراوح بيـن ٢٧,٨ % بمحطة تثليث و٤٨,٥ % بمحطة النماص.

٨- تـتأثر معـدلات الـرطوبة النسبية بموقع المحطة المناخية بالنسبة لخط الساحل، وكذلك بارتفـاع المحطـة بالنسـبة لمتوسط ارتفاع سطح البحر بدرجات متفاوتة خلال مختلف الشـهور، كمـا توضـحه العلاقـة بين المعدلات الشهرية للرطوبة من جهة وارتفـاع المحطة وبعـدها عن خط السـاحل من جهة ثانية في المحطات المناخية جدول (٢١).

جدول (١٩)

المعدل الشهري للرطوبة النسبية في المحطات المناخية ١٩٧٠م - ١٩٩٧م

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	م/ السنوي
أبها	٧٠,٥	٦٨,٨	٦٥,٨	٦٠,٤	٥٢,٥	٤٠,٥	٤٦,٠	٥١,٨	٤١,٧	٤٧,٤	٦٢,٥	٦٧,٦	٥٦,٣
بيشة	٥١,٤	٤٨,١	٤٨,٢	٤٤,٩	٤١,١	٣١,٨	٣١,٦	٣٣,٥	٣٢,٥	٣٦,٤	٤٦,١	٥٠,٦	٤١,٤
تثليث .	٥٠,٩	٤٦,٣	٤٢,٤	٤٣,٢	٣٧,٨	٢٧,٩	٢٧,٠	٢٨,٦	٢٦,٨	٣١,٨	٤٣,٠	٥١,٢	٣٨,١
خميس مشيط	٦٥,٣	٦٢,٨	٥٩,٩	٥٤,١	٤٨,٤	٣٧,٢	٤٢,٨	٤٩,٨	٣٦,٢	٣٩,٢	٥٦,٢	٦٤,٢	٥١,٣
سراة عبيدة	٥١,٣	٥٧,٨	٥٢,٨	٤٩,٢	٤١,٣	٣٦,٨	٣٨,٨	٤١,٤	٣٣,٢	٣٤,٣	٤٢,٩	٤٩,٦	٤٤,١
سرلعصان	٦٠,٠	٦١,٩	٥٨,٨	٥٨,٠	٥٣,١	٤٧,٠	٤٦,٨	٥٠,١	٤٤,٤	٤٩,٣	٥٣,٣	٥٧,٥	٥٣,٣
النماص	٧٠,٨	٦٩,٩	٦٦,٣	٦٢,٧	٥٦,٣	٤٦,٥	٤٨,٨	٥٠,٣	٤٧,٢	٥١,٦	٦٠,٤	٦٤,٠	٥٧,٩

جدول (٢٠)

المعدلات الفصلية للرطوبة النسبية في المحطات المناخية ١٩٧٠م - ١٩٩٧م

المحطة	م/ فصل الشتاء	م/ فصل الربيع	م/ فصل الصيف	م/ فصل الخريف
أبها	٦٩,٠	٥٩,٦	٤٦,١	٥٠,٥
بيشة	٥٠,٠	٤٤,٧	٣٢,٣	٣٨,٣
تثليث	٤٩,٥	٤١,١	٢٧,٨	٣٣,٨
خميس مشيط	٦٤,١	٥٤,١	٤٣,٢	٤٣,٩
سراة عبيدة	٥٢,٩	٤٧,٨	٣٩,٠	٣٦,٨
سرلعصان	٥٩,٨	٥٦,٦	٤٧,٩	٤٩,٠
النماص	٦٨,٢	٦١,٧	٤٨,٥	٥٣,٠

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

جدول (٢١)

العلاقة بين معدلات الرطوبة الشهرية مْ وارتفاع المحطات وبعدها عن البحر .

الشهر	معادلة الانحدار	معامل الارتباط	R^2
يناير	ر = [(٠,٠٠١٨ -) الارتفاع (م)] + [(٠,١١٧١ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٨٣,٦٥٧١	٠,٧٩٣٩	٠,٦٣٠٣
فبراير	ر = [(٠,٠٠٤٨) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٨٥٩ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٦٥,٠٣٨٥	٠,٩٥٠٤	٠,٩٠٣٣
مارس	ر = [(٠,٠٠١٤) الارتفاع (م)] + [(٠,١٠٨٦ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٧٢,٤٩٧١	٠,٩٣١٧	٠,٨٦٨١
أبريل	ر = [(٠,٠٠٠٩) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٩٣٣ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٦٧,٦٠٠٤	٠,٩١٦٧	٠,٨٤٠٣
مايو	ر = [(٠,٠٠١٩ -) الارتفاع (م)] + [(٠,١٠٦ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٦٩,١٢	٠,٨٨٤٧	٠,٨٧٢٧
يونيو	ر = [(٠,٠٠١٧) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٧٧١ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٤٨,٤٢٦١	٠,٨٩١٦	٠,٧٩٥٠
يوليو	ر = [(٠,٠٠٢) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٩٩٣ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٥٣,٦١٥	٠,٩٧٧٣	٠,٩٥٥١
أغسطس	ر = [(٠,٠٠٠٦ -) الارتفاع (م)] + [(٠,١٣٨٦ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٦٨,٨٤٥	٠,٩٩١٠	٠,٩٨٢١
سبتمبر	ر = [(٠,٠٠٠٣ -) الارتفاع (م)] + [(٠,٠٩٢٧ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٥٤,٠١٢٣	٠,٨٦١٩	٠,٧٤٢٩
أكتوبر	ر = [(٠,٠٠٣٣ -) الارتفاع (م)] + [(٠,١١٨٩ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٦٨,٣٧٠٧	٠,٨١٥٩	٠,٦٦٥٧
نوفمبر	ر = [(٠,٠٠٥٢ -) الارتفاع (م)] + [(٠,١٣٥٨ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٨٥,٥٣٣٦	٠,٨١٣٨	٠,٦٦٩٦
ديسمبر	ر = [(٠,٠٠٤٥ -) الارتفاع (م)] + [(٠,١١٩٢ -) البعد عن البحر (كلم)] + ٨٧,١٢٨١	٠,٨٧١٥	٠,٦١٠٧

الجدول من إعداد الباحثة.

ولقـد اعـتمدنا عـلى هذه العلاقة في المعالجة الإحصائية واستخدام النماذج الرياضية كـنموذج الانحـدار الخطي المقطعي لتقدير متوسطات الرطوبة الشهرية في ٢٨ محطة لقيـاس الأمطـار جـدول (٢٢). ونذكـر على سبيل المثال كيفية تقدير معدل الرطوبة الشهرية لشهر يناير في محطة أبوجنيه كالتالي :

المتغير الأول : الارتفاع = ١٦٥٠م

المتغير الثاني : البعد عن البحر = ١٧٥كم

الثابت = ٨٣,٦٥٧١

النموذج الرياضي لمتوسط رطوبة شهر يناير هو :

ر = [(−٠,٠٠١٨) × ١٦٥٠م] + [(−٠,١١٧١) × ١٧٥كم] + ٨٣,٦٥٧١

= [−٢,٩٧] + [−٢٠,٤٩٢٥] + ٨٣,٦٥٧١

= ٨٣,٦٥٧١ − ٢٣,٤٦٢٥

ر = ٦٠,٣ مْ

وبدراسـة تغيـرات المعـدلات الشهرية للحرارة والرطوبة النسبية في محطات عسير الجبـلية يتضـح أن هـناك فـترة تنخفض فيها معدلات الرطوبة النسبية، وفترة ترتفع فيها هذه المعـدلات والتي تؤثر بدورها على الأمطار، بحيث يترتب على الأخيرة انعكاسات إيجابية على الـنمو النـباتي خاصـةً إذا توافقـت مواسم الأمطار مع الاحتياجات المائية لنمو النبات. وتعد الرطوبة النسبية من العناصر المناخية التي تؤثر بشكل غير مباشر على النبات لارتباطها بمقدار وكميـة التبخر من سطح التربة والنتح من النبات، حيث تزداد سرعة التبخر/النتح كلما انخفضت الـرطوبة النسبية وهذا ما يفسر قلة معدلات التبخر/النتح في محطات جبال السروات مع ارتفاع مـلحوظ فـي معدلات الرطوبة النسبية مقارنة بمحطات منطقة الهضبة الداخلية. وتستفيد بعض أوراق النباتات بكميات قليلة من الرطوبة الموجودة في صورة الندى أو السحاب أو الضباب كما فـي بعـض الأشنان Usnea articulate المعلقة على أشجار العرعر في جبال السروات والتي تسـتطيع أن تمـتص بخـار الماء من الجو المشبع بالرطوبة أو التي تنمو على سطح الصخور الصـلبة الخاليـة مـن الـتربة والمياه أو على جذوع وأفرع الأشجار كما في بعض السحلبيات Orchids. مجاهد، (١٩٩٥م).

وتتأثر الرطوبة النسبية بعدة عوامل كالحرارة والرياح والغطاء النباتي والارتفاع ودرجة الـتعرض، حيث تقل الرطوبة النسبية كلما زادت درجة الحرارة والعكس صحيح، كما أن الرياح الجافـة تعمل على خفض الرطوبة النسبية في الهواء المحيط بالنبات، وبما أن للتضاريس دوراً مباشراً على انخفاض درجة الحرارة فإن هذا يساعد على زيادة الرطوبة النسبية في الهواء.

جدول (٢٢)

معدلات الرطوبة النسبية الشهرية في محطات المنطقة الجبلية بعسير .

اسم المحطة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	٦٦,٦	٦٥,٩	٦٣,٢	٥٩,١	٥٣,١	٤٣,٤	٤٦,٨	٥١,٨	٤٢,٩	٤٧,٦	٥٨,٧	٦٣,٧
أبو جنية	٦٠,٣	٥٧,٩	٥٥,٨	٥٢,٨	٤٧,٥	٣٧,٧	٣٩,٥	٤٣,٦	٣٧,٣	٤٢,١	٥٣,٢	٥٨,٨
آدمة	٦٤,٣	٦٢,١	٦٠,٠	٥٦,٤	٥١,١	٤٠,٨	٤٣,٦	٤٨,٦	٤٠,٧	٤٥,٨	٥٧,٢	٦٢,٣
آل عامر	٦٣,٦	٦٤,٠	٦٠,٦	٥٦,٨	٥٠,٣	٤١,٥	٤٤,٤	٤٨,٣	٤٠,٦	٤٤,٥	٥٥,١	٦٠,٥
بني ثور	٦١,٦	٥٩,٢	٥٧,١	٥٤,٠	٤٨,٧	٣٨,٧	٤٠,٨	٤٥,٢	٣٨,٤	٤٣,٣	٥٤,٥	٦٠,٠
بني مالك	٦٧,٥	٦٥,٣	٦٣,٥	٥٩,٤	٥٤,٠	٤٣,٤	٤٦,٩	٥٢,٦	٤٣,٥	٤٩,٠	٦٠,٦	٦٥,٣
بيشة	٥٢,٦	٤٨,٥	٤٦,٧	٤٥,٢	٤٠,٧	٣٠,٨	٣٠,٨	٣٣,٦	٣٠,٥	٣٥,٣	٤٦,٣	٥٢,٧
بللسمر	٦٥,٧	٦٥,٦	٦٢,٥	٥٨,٥	٥٢,٢	٤٢,٩	٤٦,٢	٥٠,٨	٤٢,٣	٤٦,٦	٥٧,٥	٦٢,٦
تاجر	٦٥,٠	٦٥,٤	٦٢,١	٥٨,١	٥١,٦	٤٢,٦	٤٥,٨	٥٠,١	٤١,٨	٤٥,٩	٥٦,٦	٦١,٨
تبالة	٥٨,٤	٥٢,٨	٥٢,٢	٤٩,٩	٤٦,٠	٣٤,٧	٣٥,٨	٤٠,٥	٣٥,٢	٤١,٢	٥٣,١	٥٨,٧
تثليث	٤٨,٢	٤٥,٠	٤٢,٦	٤١,٦	٣٦,٨	٢٧,٨	٢٧,٠	٢٨,٣	٢٧,٠	٣٠,٩	٤١,٣	٤٨,٤
تندحة	٦١,٢	٦٠,٢	٥٧,٤	٥٤,١	٤٨,٣	٣٩,٠	٤١,٢	٤٥,١	٣٨,٤	٤٢,٧	٥٣,٥	٥٩,١
تمنية	٦٥,٠	٦٥,٤	٦٢,١	٥٨,١	٥١,٦	٤٢,٦	٤٥,٨	٥٠,١	٤١,٨	٤٥,٩	٥٦,٦	٦١,٨
تنومة	٦٨,٣	٦٦,٦	٦٤,٥	٦٠,٢	٥٤,٦	٤٤,٢	٤٧,٩	٥٣,٧	٤٤,٢	٤٩,٥	٦١,٠	٦٥,٧
الجوف	٥٦,٦	٥٧,٨	٥٣,٦	٥٠,٨	٤٤,١	٣٦,٤	٣٧,٩	٣٩,٨	٣٤,٩	٣٧,٧	٤٧,٦	٥٣,٩
الحرجة	٥٧,٧	٦٠,٢	٥٥,٣	٥٢,٢	٤٤,٨	٣٧,٨	٣٩,٧	٤١,٣	٣٥,٩	٣٨,٢	٤٧,٨	٥٤,١
الحيفة	٥٥,٤	٥١,٠	٤٩,٦	٤٧,٦	٤٣,٢	٣٢,٩	٣٣,٥	٣٧,٠	٣٢,٨	٣٨,٠	٤٩,٣	٥٥,٤
الحني	٦٤,٨	٦٣,٩	٦١,٢	٥٧,٤	٥١,٥	٤١,٨	٤٤,٩	٤٩,٥	٤١,٤	٤٦,٠	٥٧,٠	٦٢,٢
خميس مشيط	٦٣,٨	٦٣,٣	٦٠,٤	٥٦,٧	٥٠,٦	٤١,٣	٤٤,١	٤٨,٤	٤٠,٦	٤٥,٠	٥٥,٩	٦١,٢
خيبر الجنوب	٥٨,٧	٥٦,٨	٥٤,٣	٥١,٦	٤٦,١	٣٦,٧	٣٨,٣	٤١,٨	٣٦,١	٤٠,٥	٥١,٤	٥٧,٢
الزهراء	٦٧,٧	٦٨,٠	٦٤,٩	٦٠,٥	٥٤,١	٤٤,٧	٤٨,٥	٥٣,٥	٤٤,١	٤٨,٥	٥٩,٥	٦٤,٣
سراة عبيدة	٥٩,٠	٦١,٦	٥٦,٨	٥٣,٥	٤٦,١	٣٨,٩	٤١,٠	٤٣,١	٣٧,١	٣٩,٦	٤٩,٣	٥٥,٤
سر لعصان	٦٦,٥	٦٥,٣	٦٢,٩	٥٨,٨	٥٣,٠	٤٣,٠	٤٦,٤	٥١,٦	٤٢,٨	٤٧,٧	٥٩,٠	٦٣,٩
السودة	٦٧,٦	٧٠,٤	٦٦,٠	٦١,٣	٥٣,٨	٤٥,٨	٤٩,٨	٥٣,٩	٤٤,٤	٤٧,٧	٥٨,٠	٦٣,٠
سبت العلايا	٦٧,٢	٦٤,٢	٦٢,٨	٥٨,٨	٥٣,٧	٤٢,٨	٤٦,١	٥٢,٠	٤٣,٠	٤٨,٨	٦٠,٦	٦٥,٣
صبح بللحمر	٦٦,٦	٦٥,٩	٦٣,٢	٥٩,١	٥٣,١	٤٣,٤	٤٦,٨	٥١,٨	٤٢,٩	٤٧,٦	٥٨,٧	٦٣,٧
صمخ	٥١,٨	٥٠,٧	٤٧,٤	٤٥,٦	٣٩,٩	٣١,٦	٣١,٨	٣٣,٣	٣٠,٤	٣٣,٧	٤٣,٩	٥٠,٦
ظهران الجنوب	٦١,٠	٦٠,٨	٥٧,٦	٥٤,٣	٤٨,١	٣٩,٢	٤١,٥	٤٥,٠	٣٨,٣	٤٢,٣	٥٢,٩	٥٨,٥
عبالة	٦٥,٥	٦٦,٨	٦٣,١	٥٨,٩	٥٢,٠	٤٣,٤	٤٦,٩	٥٠,٩	٤٢,٤	٤٦,١	٥٦,٦	٦١,٨
علكم	٦٦,٦	٦٥,٩	٦٣,٢	٥٩,١	٥٣,١	٤٣,٤	٤٦,٨	٥١,٨	٤٢,٩	٤٧,٦	٥٨,٧	٦٣,٧
الماوين	٦٢,٩	٦٢,٩	٥٩,٧	٥٦,١	٤٩,٨	٤٠,٨	٤٣,٥	٤٧,٤	٤٠,٠	٤٤,٠	٥٤,٦	٦٠,١
م. بني عمرو	٦٨,١	٦٠,٩	٦١,٧	٥٨,٠	٥٤,٧	٤١,٥	٤٤,٦	٥٢,٢	٤٣,٠	٥٠,٧	٦٣,٧	٦٨,٠
النماص	٦٣,٥	٦٦,١	٦١,٦	٥٧,٦	٥٠,٢	٤٢,٥	٤٥,٦	٤٨,٨	٤١,٠	٤٣,٩	٥٣,٩	٥٩,٥
و. ابن هشبل	٦٥,٢	٦١,٦	٦٠,٣	٥٦,٧	٥٢,٠	٤٠,٩	٤٣,٧	٤٩,٤	٤١,٢	٤٧,١	٥٨,٩	٦٣,٨
يعرى	٥٨,٣	٥٧,٩	٥٤,٧	٥١,٨	٤٥,٧	٣٧,٠	٣٨,٧	٤١,٦	٣٦,١	٣٩,٨	٥٠,٢	٥٦,٢

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة

وكمـــا تؤثر الرطوبة في النبات فإنها تتأثر به من خلال ما يقوم به أثناء عملية النتح التي تساعد على التقليل من درجة الحرارة وبالتالي زيادة رطوبة الهواء. ويظهر دور الارتفاع كعامل مؤثر فـــي الـــرطوبة مـــن خلال تكوين الأمطار عندما تعترض السلاسل الجبلية سير الرياح الرطبة فتضـــطرها للارتفـــاع الأمر الذي يؤدي إلى تكاثف رطوبة الهواء وسقوط الأمطار، كما هو في جـبال الســـروات بمـــنطقة عســـير التي تستقبل معدلات أمطار مرتفعة بسبب الرياح الموسمية الجـــنوبية الغـــربية، ويظهر أثر درجة التعرض للرياح الرطبة في جبال السروات بمنطقة عسير بشكل كبير، حيث تستقبل محطات حافة جرف السروات أمطاراً غزيرة مقارنة بمحطات السفوح المظاهـــرة لتـــلك الرياح، وبالتالي ينعكس ذلك على اختلاف النبات من حيث النوع والكثافة بين الســـفوح المواجهـــة لـــلرياح الرطـــبة (جبال السروات) وبين الهضبة الداخلية (هضبة عسير). وبتفحص الأشكال (٣٨-٤٤) يتضح :

١- **بالنسبة لمحطات منطقة جبال السروات توجد فترتان هما :**

الفترة الأولى تمتد من شهر نوفمبر الذي يمثل بداية الانخفاض الحراري إلى شهر مارس الـــذي يمـــثل نهايـــة فترة الانخفاض الحراري، حيث تتسم الفترة التالية له بارتفاع درجة الحرارة بمتوسط ٢ م^o مقارنة مع شهر فبراير بالنسبة لمحطات أبها، خميس مشيط، سراة عـــبيدة، وسرلعصـــان والـــنماص اللتان تمتد فيهما فترة ارتفاع الرطوبة النسبية إلى شهر أبريل.

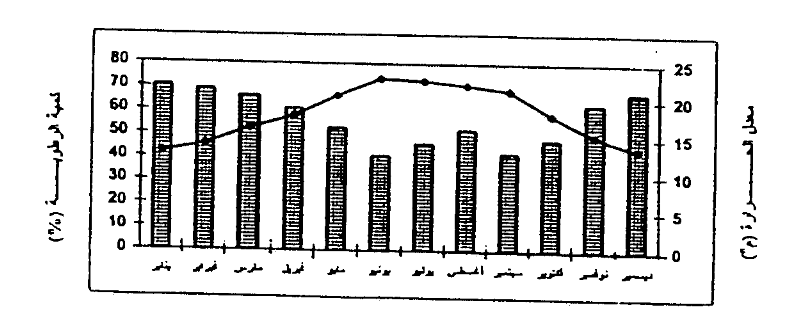
١-١ تتميز الفترة التي ترتفع فيها معدلات الرطوبة النسبية بانخفاض ملموس لدرجات الحرارة يقابلـــه ارتفاع في كميات الرطوبة النسبية والتي تؤثر بدورها في كميات الأمطار بالنسبة لهذه الأشهر.

١-٢ يقـــترب تغيـــر معـــدل الحـــرارة مع تغير معدل الرطوبة النسبية في شهر أبريل لجميع المحطـــات وقد يعزى ذلك لأن شهر أبريل يعد شهراً مطيراً في محطات منطقة الدراسة عـــدا محطتي سر لعصان والنماص اللتين تسجلان في هذا الشهر رطوبة نسبية مرتفعة بسبب ارتفاع معدلات الأمطار، ويتماثل فيهما هذان المعدلان خلال شهر مايو لأن شهر مـــايو يعـــد من شهور فصل الربيع الذي يتميز بارتفاع معدلات الأمطار. وتمثل هاتان المحطتان أطول فترة للرطوبة النسبية بالنسبة لمحطات منطقة السروات.

١-٣ يقـــابل تـــلك الفترة التي ترتفع فيها معدلات الرطوبة النسبية بالنسبة لمحطات مرتفعات الســـروات. **فـــترة ثانيـــة** تتصـــف بقلة رطوبة الهواء نتيجة لارتفاع درجات الحرارة وانخفاض كميات الرطوبة النسبية.

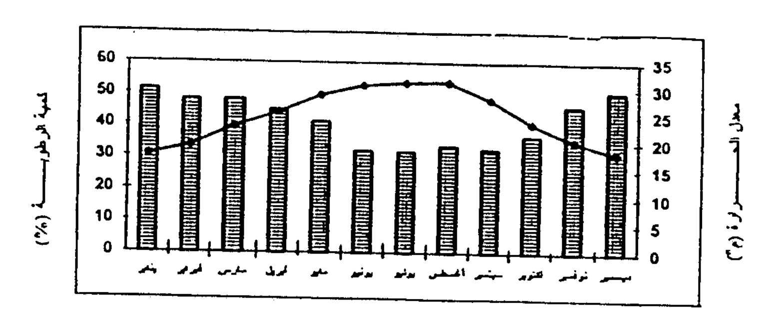
شكل (٣٨)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة أبها.



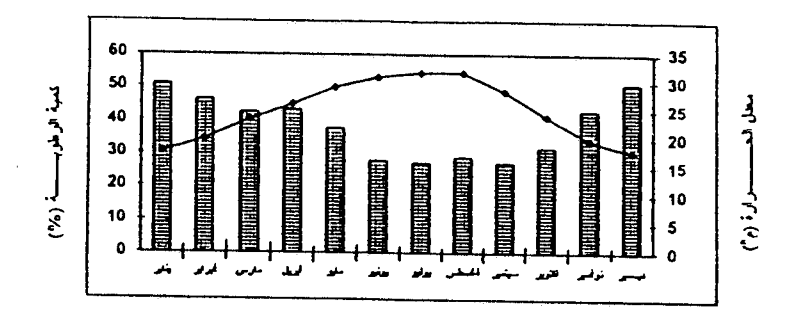
شكل (٣٩)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة بيشة.



شكل(٤٠)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة تثليث.



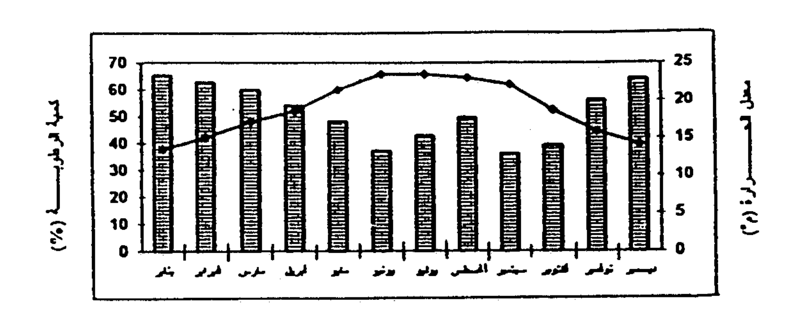
معدل الحرارة (م°)

معدل الأمطار (مم)

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ – ١٩٩٧ م.

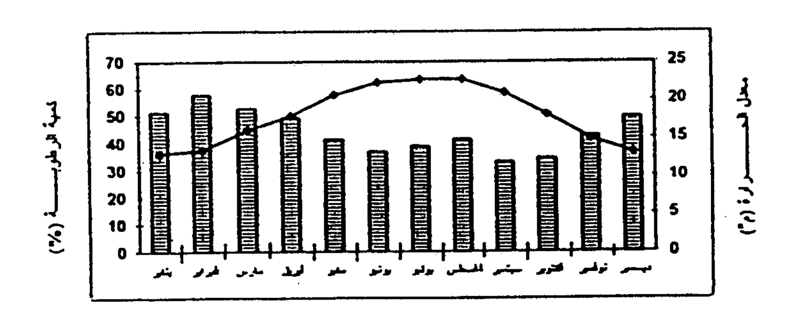
شكل (٤١)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة خميس مشيط.



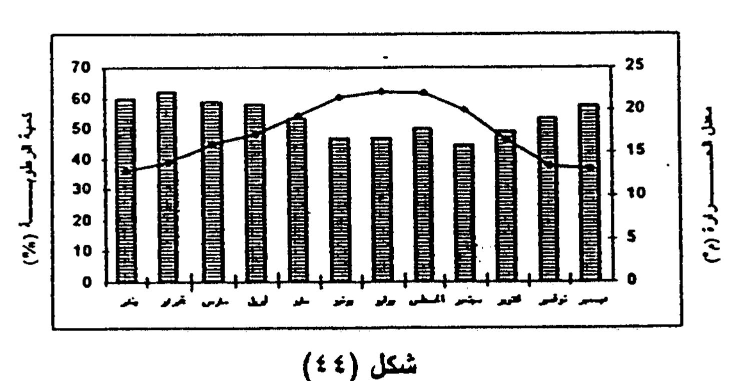
شكل (٤٢)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة سراة عبيدة.



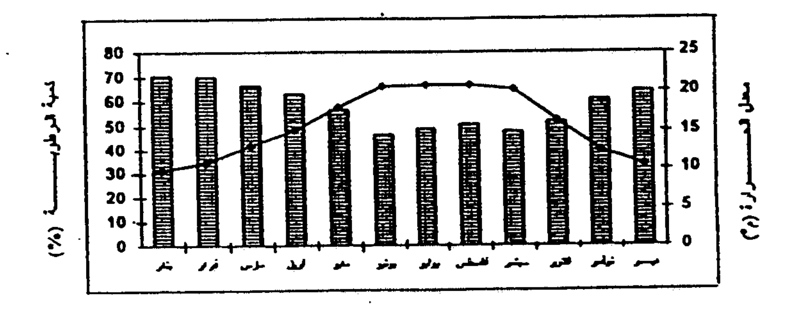
شكل (٤٣)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة سرلعصان.



شكل (٤٤)

تغيرات المعدل الشهري للحرارة والرطوبة في محطة النماص.



معدل الحرارة (م°)

معدل الأمطار (مم)

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ – ١٩٩٧ م.

وتمتد فترة انخفاض الرطوبة النسبية من بداية شهور فصل الصيف التي تتميز بارتفاع تدريجـــي واضـــح لدرجات الحرارة ابتداء من شهر مايو إلى شهر أكتوبر لجميع المحطات عدا محطـــتي ســـر لعصان والنماص اللتين تتأخر فيهما بداية تلك الفترة إلى شهر يونيو ونهايتها إلى شـــهر ســـبتمبر وهذه الفترة تمثل أقصر فترة انخفاض للرطوبة النسبية بالنسبة لمحطات منطقة مرتفعات السروات.

٢- **بالنسبة لمحطات هضبة عسير الداخلية توجد فترتان هما :**

الفـــترة الأولى تمـــتد من شهر نوفمبر الذي يمثل بداية الانخفاض الحراري بمعدل ٤ م^{o} مقارنـــــة مـــع شـــهر أكتوبر إلى شهر مارس الذي يمثل بداية الارتفاع الحراري بمعدل ٣,٥ م^{o} مقارنة مع شهر فبراير بالنسبة لمحطتي بيشة وتثليث.

٢-١ يُعـــد شهر أبريل شهراً ذا رطوبة نسبية منخفضة وذلك لارتفاع تغير معدل الحرارة عن تغيـــر معـــدل الـــرطوبة النسبية بالنسبة لمحطة تثليث وتطابق هذا التغير بالنسبة لمحطة بيشة.

٢-٢ تتشـــابه خصـــائص فـــترة ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية بالنسبة لمنطقة هضبة عسير الداخـــلية مـــع خصـــائص فـــترة ارتفاع معدلات الرطوبة النسبية في منطقة مرتفعات الســـــروات مـــن حيث التغيرات الشهرية لعلاقة الحرارة بالرطوبة النسبية، مع ارتفاع معـــدلات درجات الحرارة وانخفاض معدلات الرطوبة النسبية بمحطات الهضبة الداخلية أكثر من مثيلاتها بمحطات مرتفعات السروات.

٢-٣ يقابل تلك الفترة التي ترتفع فيها معدلات الرطوبة النسبية بمنطقة هضبة عسير الداخلية **<u>فـــترة ثانية</u>** هي فترة تتصف بقلة رطوبة الهواء أكثر من مثيلتها بمنطقة السروات، كما تدل عليه العلاقة الموجودة بين معدلات درجات الحرارة ومعدلات الرطوبة النسبية التي تفـــوق جميع المحطات بالمنطقة الجبلية بعسير. وتمتد فترة انخفاض الرطوبة النسبية من شـــهر مـــايو الـــذي يمـــثل بداية فصل الصيف إلى شهر أكتوبر الذي يمثل بداية فصل الخريف.

وممـــا تقـــدم يتضـــح أن المنطقة الجبلية بعسير تتميز بفترة ترتفع فيها معدلات الرطوبة النســـبية تمـــتد ٥ شهور من شهر نوفمبر إلى شهر مارس، وفترة تنخفض فيها معدلات الرطوبة النســـبية تمـــتد ٦ شهور من شهر مايو إلى شهر أكتوبر، تتعرض فيها المنطقة لقلة الرطوبة في الهـــواء والـــتي تؤثـــر بدورهـــا في الأمطار. وبين الفترتين يشكل شهر أبريل شهراً ترتفع فيه الرطوبة النسبية لبعض محطات السروات مثل سرلعصان والنماص وشهراً تنخفض فيه الرطوبة النسبية في بقية محطات الســـروات ومحطات الهضبة الداخلية، ويكون شهر مايو أيضاً شهراً ذا

رطـوبـة منخفضـة فـي جميع محطات المنطقة الجبلية بعسير ويسـتثنى من ذلـك محـطتا سـرلعصـان والـنماص اللتان يتماثل فيهما تغير معدل الحرارة مع تغير معدل الرطوبة النسبية فـي هـذا الشـهر. وقـد يعزى ذلك لأن شهر مايو من شهور فصل الربيع الذي يتميز بارتفاع معدلات الأمطار.

رابعاً - التبخـر/ النتح.

التـبخر هـو عمـلية تحـول السـوائل إلى بخار ماء بواسطة الحرارة. والمقصود بالتـبخر/النـتح فـي هذه الدراسة هو كمية المياه المفقودة من سطح التربة بواسطة التبخر ومن النـبات بواسطة النتح تحت تأثير تغيرات مختلف العناصر المناخية. وتلعب عملية التبخـر/النتح في الطبيعة دوراً مهماً في :

١- تحويـل كميـات مـن الماء بالمسطحات المائية إلى بخار ماء تحمله السحب إلى مناطق واسعة من اليابس حيث يتكاثف في الهواء ويتساقط على شكل أمطار وثلوج يستفيد منها الغطاء النباتي خلال مراحل نموه المختلفة.

٢- تعديـل العلاقـة القائمة بين الفائض المائي خلال الفصول الرطبة والعجز المائي خلال الفصول الجافة.

٣- تعديل العلاقات القائمة بين عناصر الموازنة المائية من فصل لآخر.

ولقـد اهتم الكثير من الباحثين بدراسة وتحليل وقياس ظاهرة التبخـر/النتح في مناطق مـناخية مختـلفة مـن العـالم للاسـتفادة منها في النشاط الزراعي وأعمال الري والتصريف بـالأحواض المائية، والمناطق العمرانية وتصميم الخزانات المائية والسدود خاصة بالمناطق التي تعاني عجزاً مزمناً في عنصر الماء بالمناطق الجافة وشبه الجافة، خاصةً العالم ثورنثوايت الذي تـبين له ولغيره من الباحثين أن هذين العاملين هما أهم عاملين يتحكمان في تحديد القيمة الفعلية للأمطار ومعرفة الفاقد المائي وهما متلازمان دائماً في أي منطقة تنمو بها أي حياة نباتية.

ولقـد اخـترع العديـد من الباحثين في هذا المجال خاصة المهتمين منهم بالدراسات المـناخية والهيدرولوجيـة عدة طرق لقياس وتقدير التبخـر/ النتح. وطرق قياس التبخر/ النتح معـروفة بواسـطة الأجهزة التي اقترحت لقياسها، أما طرق التقدير فتتم بواسطة نماذج رياضية وهـي مبنية على دراسة معاملات الارتباط بين التبخر/ النتح من جهة والعوامل التي تتحكم فيه من جهة ثانية وأهمها درجة الحرارة، الإشعاع الشمسي، بخار الماء، الرياح.

طرق قياس التبخر/النتح.

هـــناك العديـــد مـــن الأجهـــزة والطرق المستخدمة في قياس كمية التبخـــر مباشرة من الأسطح المائية منها :

أ- أجهـــزة قياس التبخـــر مـــن الأســـطح المســـامية المبللة، أشهرها جهاز قياس التبخـــر بيش "Piche".

ب- أجهـــزة قياس التبخـــر من الأسطح المائية بالأحواض المعدنية المفتوحة كحوض التبخر المفتوح من فئة "Classe "A الذي يعتبر أكثر طرق قياس التبخر شيوعاً واستخداماً في العالم.

ج- جهـــاز قيـــاس التبخـــر/النتح من التربة والنبات Lysimeter الذي يعتبر أكثر الأجهزة استخداماً في هذا المجال.

ونظـــراً لصعوبة الحصول على قياسات دقيقة لكمية التبخـــر/النتح بسبب تداخل وتشابك العناصر المناخية والظروف الطبيعية المتحكمة فيهما من حيث : الإشـــعاع الشمسي على سطح الأرض، درجـــة حرارة كل من الهواء وسطح الأرض، الرطوبة النسبية للهواء، سرعة الرياح، اخـــتلاف الضـــغط الجوي على سطح الأرض، تباين شكل وطبيعة سطح الأرض، تنوع التربة وتباين طاقة تخزينها للمياه، كثافة وتنوع الغطاء النباتي.

وبما أن العوامل السابقة التي تتحكم في عملية التبخر/ النتح هي واحدة تقريباً حيث لا يوجـــد أي حد فاصل بين الدور الذي يلعبه أحدهما والدور الذي يلعبه الآخر، فقد اقترح كثير من العـــلماء ومنهم ثورنثوايت معالجتهما كعنصر واحد لتحديد الأثر العام لهما معاً، خاصة وأن هذا الأثـــر هـــو الـــذي يحدد فعلاً المقدار الكلي لما يضيع من المياه. كما اضطرت طبيعة العلاقات الموجودة بين هذه العناصر المناخية والظروف الطبيعية الباحثين إلى بناء نماذج رياضية تساعد عـــلى تقديـــر كمية التبخـــر/ النتح. وتختلف هذه النماذج في صياغتها تبعاً لاختلاف المتغيرات المناخية في طريقة حسابها.

طرق تقدير التبخـــر/النتح.

قـــدم العديـــد من الباحثين نماذج رياضية مختلفة لتقدير كمية التبخـــر/ النتح من التربة ومـــن المسطحات المائية. وتختلف طرق تقدير كمية التبخـــر/ النتح باختلاف متغيرات النموذج الرياضي المستخدمة في تقديره، ومن أهم طرق تقديره :

أ- **معادلة بلاني وكريدل Blaney and Criddle**

تعتمد هذه المعادلة في تقديرها لكمية التبخر/ النتح على عنصر الحرارة وكمية استهلاك النباتات للمياه ونسبة السطوع الشمسي.

ب- **معادلة هولدريدج Holdridge**

وتعتمد هذه المعادلة على عنصر الحرارة في تقدير التبخر/النتح.

ج- **معادلة بنمان Penman**

وتعتمد هذه المعادلة على عنصري الرياح وبخار الماء في حساب كمية التبخر/النتح.

د- **معادلة ثورنثوايت Thornthwaite**

تعتمد هذه المعادلة في تقديرها لكمية التبخر/النتح على عنصر الحرارة Lecarpentier, C.,(1975).

قياس التبخر في الأراضي الجبلية بعسير.

تحتوي منطقة الدراسة على ٧ محطات مناخية و٢٨ محطة لقياس الأمطار. ويتم قياس التبخر بمحطات أبها وبيشة وسراة عبيدة وسرلعصان والنماص وتثليث، في حين لا تحتوي محطة خميس مشيط على بيانات لقياس التبخر متجانسة مع مثيلاتها بالمحطات المناخية المذكورة خلال الفترة الممتدة من ١٩٧٠ - ١٩٩٧م. وتعتمد قياسات التبخر المستخدمة في وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا) على قراءات حوض التبخر المعدني المفتوح من فئة Classe "A". ولقد أعطت هذه القراءات النتائج الآتية : جدول (٢٣).

١- يتباين معدل التبخر الشهري في المنطقة الجبلية بعسير من محطة لأخرى ويتراوح بين ٧٩,٥مم خلال شهر يناير بمحطة النماص و ٤٢٣,١ مم خلال شهر سبتمبر بمحطة سراة عبيدة.

٢- تتميز الفترة الممتدة من شهر يونيو إلى أكتوبر بمحطة أبها ومن شهر أبريل إلى أكتوبر بمحطة بيشة ومن شهر مايو إلى أكتوبر بمحطة تثليث وسراة عبيدة وسرلعصان والنماص بمعدلات شهرية للتبخر تزيد عن المعدل الشهري للسنة.

٣- تمتد تأثيرات الفصل الحار على التغيرات الشهرية للتبخر حتى شهر نوفمبر بجميع المحطات المناخية رغم انخفاض المعدلات الحرارية الشهرية عن المعدل الشهري ابتداء من شهر أكتوبر شكل (٤٥) يوضح معدلات التبخر/ النتح المحسوبة لشهر يوليو بمعادلة ثورنثوايت المعدلة في محطات المنطقة، حيث تأخذ معدلات التبخر/النتح في الزيادة كلما اتجهنا شمال شرق المنطقة نظراً لتأثرها بدرجة الحرارة والعكس صحيح.

جدول (٢٣)

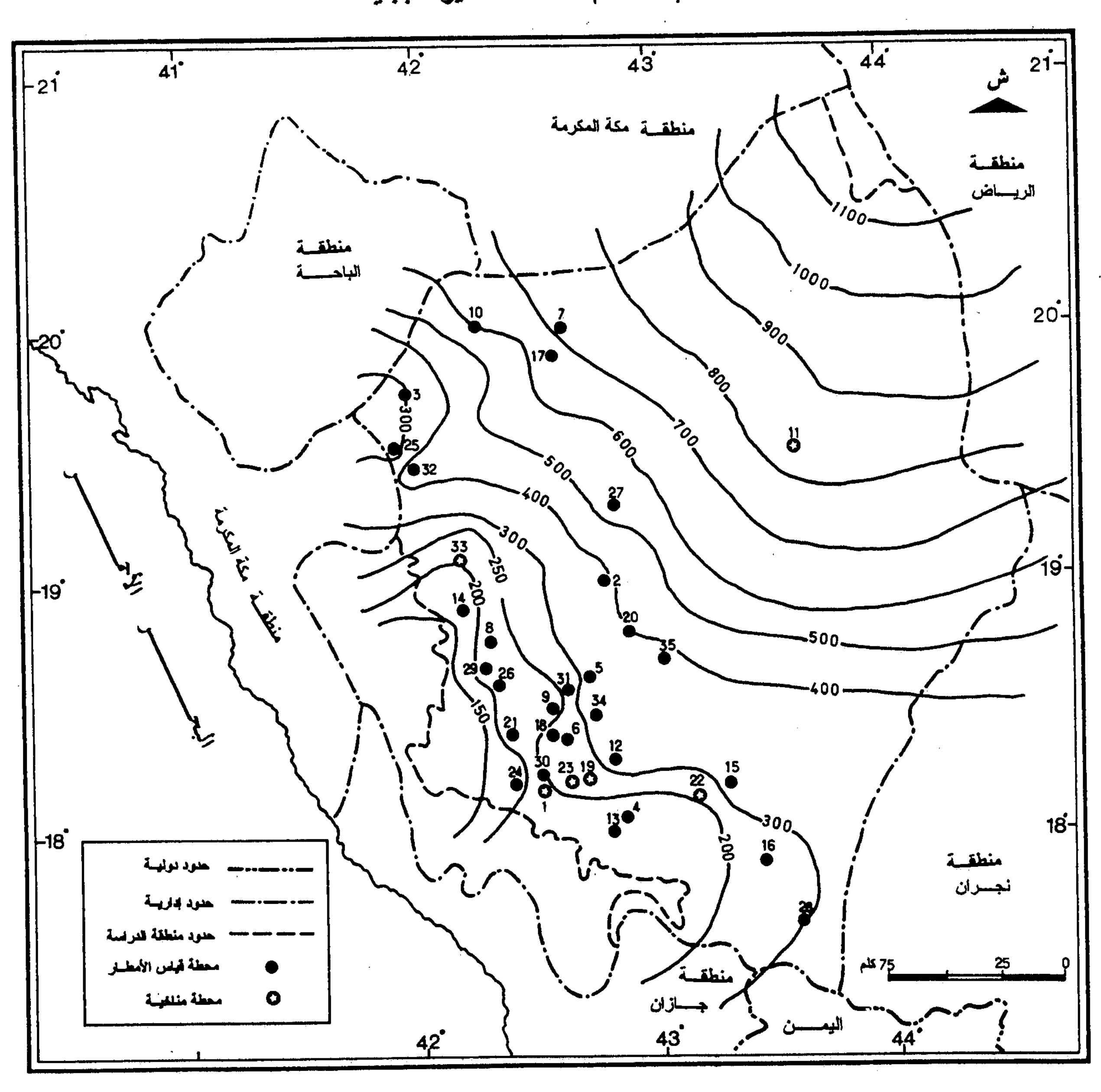
المعدل الشهري للتبخر المقاس (مم) في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المعدل الشهري
أبها	١٥٤,٤	١٥٩,٥	١٩٨,٢	١٩٥,٤	٢٠٥,٨	٢٧٨,٣	٢٧٣,٨	٢٤٥,٣	٢٧٤,٠	٢٣١,٦	١٩٧,١	١٥١,٩	٢١٣,٨
بيشة	١٨٠,٤	١٩٦,٣	٢٧٠,٣	٣٠٥,٨	٣٤٧,٦	٣٨٦,٦	٤١٤,٥	٣٩٢,٢	٣٥٣,٨	٣٠٩,٣	٢١٨,٢	١٧٧,٦	٢٩٦,١
تثليث	١٦٣,٨	١٨٧,١	٢٣٢,٥	٢٤٥,٨	٣٢٤,٨	٣٢٩,٦	٢٨٦,٦	٣١١,٤	٢٧٥,٢	٢٨٦,٧	٢٢٥,٦	١٦٢,٨	٢٥٢,٧
سراة عبيدة	٢٩١,١	٢٧٠,٨	٣٠٢,١	٣٠٧,٩	٣٧٦,٤	٤٠١,٣	٤١٩,٨	٤٠٦,٨	٤٢٣,١	٣٩١,٤	٣٠١,٧	٢٨٠,٨	٣٤٧,٨
سرلعصان	١٤٥,٥	١٥٢,٩	١٨٦,٩	١٧٤,١	٢١٠,٦	٢٠٣,٣	٢٤٥,٤	٢١٤,١	٢٢٤,٠	٢١٠,٥	١٦٤,٥	١٥٠,٤	١٩٠,٢
النماص	٧٩,٥	٨٦,٩	١٣٠,١	١٦٥,٤	٢١٨,٥	٢٧٥,٩	٢٨٠,٧	٢٤١,٣	٢٦٥,٢	٢٣٣,٢	١٣٣,٩	٨٧,٩	١٨٣,٢

إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه.

شكل (٤٥)

معدل التبخر-النتح لشهر يوليو المحسوب بمعادلة ثورنثوايت Thornthwaite المعدلة ٧٠/١٩٩٧م بمنطقة عسير الجبلية.



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

٤- تبلغ معدلات التبخر الشهري أقصاها خلال شهر يونيو بمحطتي أبها وتثليث وخلال شهر يوليو بمحطات سرلعصان وبيشة والنماص.

٥- تتماثل تغيرات معدلات التبخر الشهرية بالمحطات المناخية مع تغيرات المعدلات الشهرية لساعات السطوع الشمسي.

٦- تمتد تأثيرات كمية الإشعاع الشمسي حتى شهر نوفمبر رغم أن المعدلات الشهرية لها تبدأ في الانخفاض عن المعدل الشهري للسنة خلال شهر نوفمبر بمحطات سرلعصان وبيشة وتثليث.

٧- تبلغ معدلات التبخر الشهرية أدناها خلال شهر يناير بمعدلات تتراوح بين ٧٩,٥مم بمحطة النماص و١٧٧,٦مم في شهر ديسمبر بمحطة بيشة وبمعدل ٢٧٠,٨مم خلال شهر فبراير بمحطة سراة عبيدة.

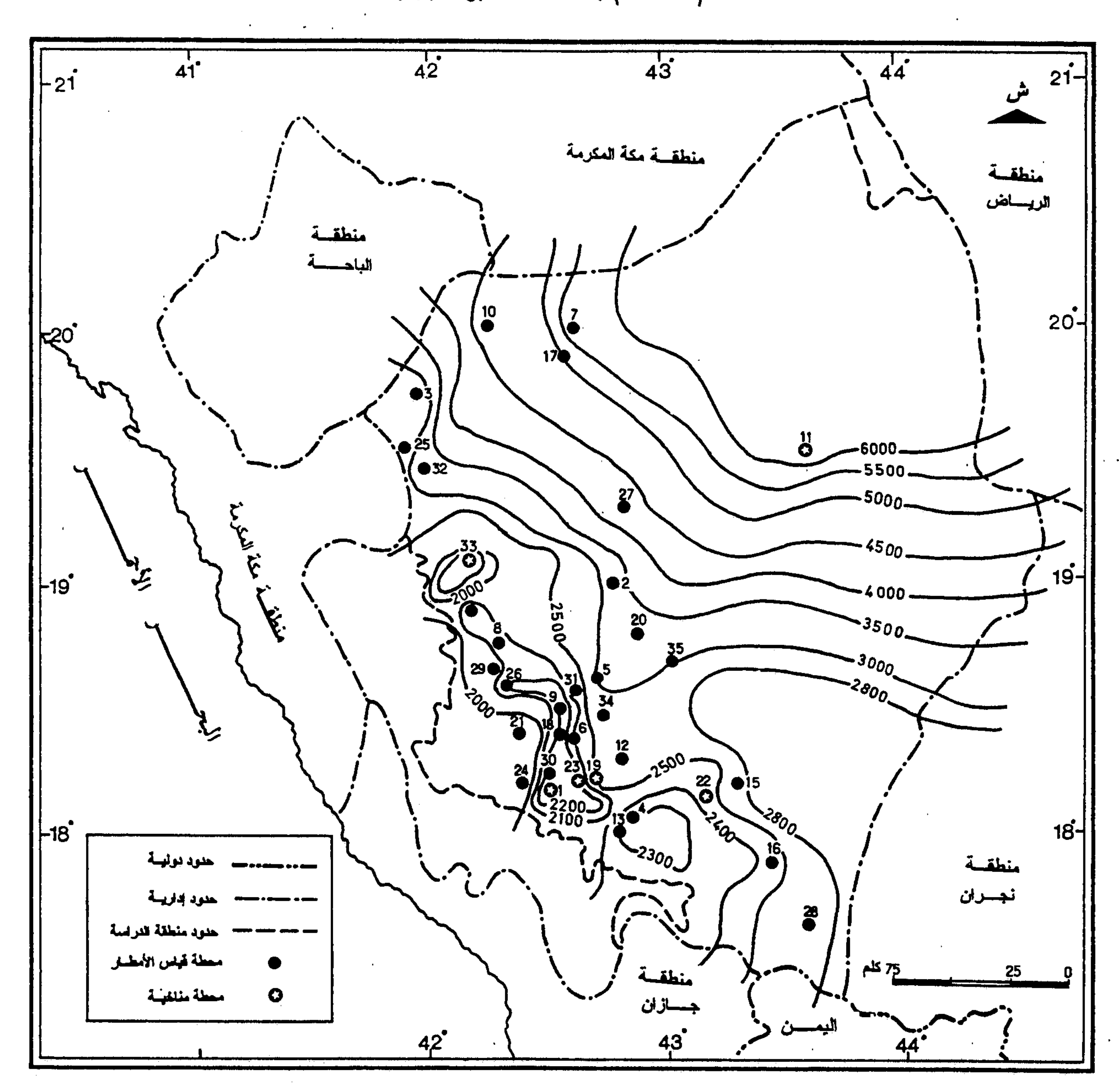
٨- يوضح شكل (٤٦) معدلات التبخر/النتح السنوية المحسوبة بمعادلة ثورنثوايت المعدلة في محطات المنطقة ، حيث يتأثر اتجاه خطوط التساوي للمعدلات السنوية بمعدلات اتجاه الشهر الحار يوليو وعليه تزداد المعدلات السنوية للتبخر/النتح في المنطقة كلما اتجهنا إلى الشمال الشرقي.

٩ - تتأثر المعدلات الشهرية للتبخر بدرجات متفاوتة في المحطات المناخية كما تدل عليه أشكال العلاقة الموجودة بين معدلات الحرارة الشهرية ومعدلات التبخر الشهرية أشكال (٤٧أ – ٤٧و) ولقد ترتب على هذا التباين الزمني للعلاقة بين المتغيرين المذكورين تباينات مكانية للعلاقة الموجودة بين الحرارة و التبخر المقاس، كما تدل عليه قيم معامل الارتباط التي تتراوح بين ٠,٨٩٥٢ بمحطة سر لعصان و٠,٩٨٨٧ بمحطة بيشة جدول (٢٤). في حين لا تتعدى العلاقة بين المتغيرين على مستوى المنطقة ٠,٧٥١٣.

ويعد التبخر/ النتح من الوسائل التي تفقد بواسطتها مياه الأمطار، حيث تفقد التربة جزءاً من رطوبتها بواسطة التبخر في حين تفقد النباتات رطوبتها بواسطة النتح من أسطح أوراقها، ومما تقدم يتضح أن عملية التبخر/ النتح تتأثر بتغير مختلف العناصر المناخية وبالعلاقة المتداخلة بين تلك العناصر كالإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية والرياح وكمية الأمطار وطبيعة فترة الهطول بالنسبة للكثافة وطول الفترة وفصلية المطر وطبوغرافية المنطقة ودرجة نفاذية التربة، بالإضافة لكثافة الغطاء النباتي وتنوعه، وحيث تتماثل معدلات التبخر/النتح مع تلك العناصر في الفصل الحار بمنطقة الدراسة فتبلغ أقصاها خلال شهور الصيف مما ينعكس سلباً على معدلات الأمطار الصيفية حيث لا تستفيد المنطقة بتلك

شكل (٤٦)

معدل التبخر-النتح السنوي المحسوب بمعادلة ثورنثوايت Thornthwaite المعدلة ٧٠/١٩٩٧م بمنطقة عسير الجبلية.

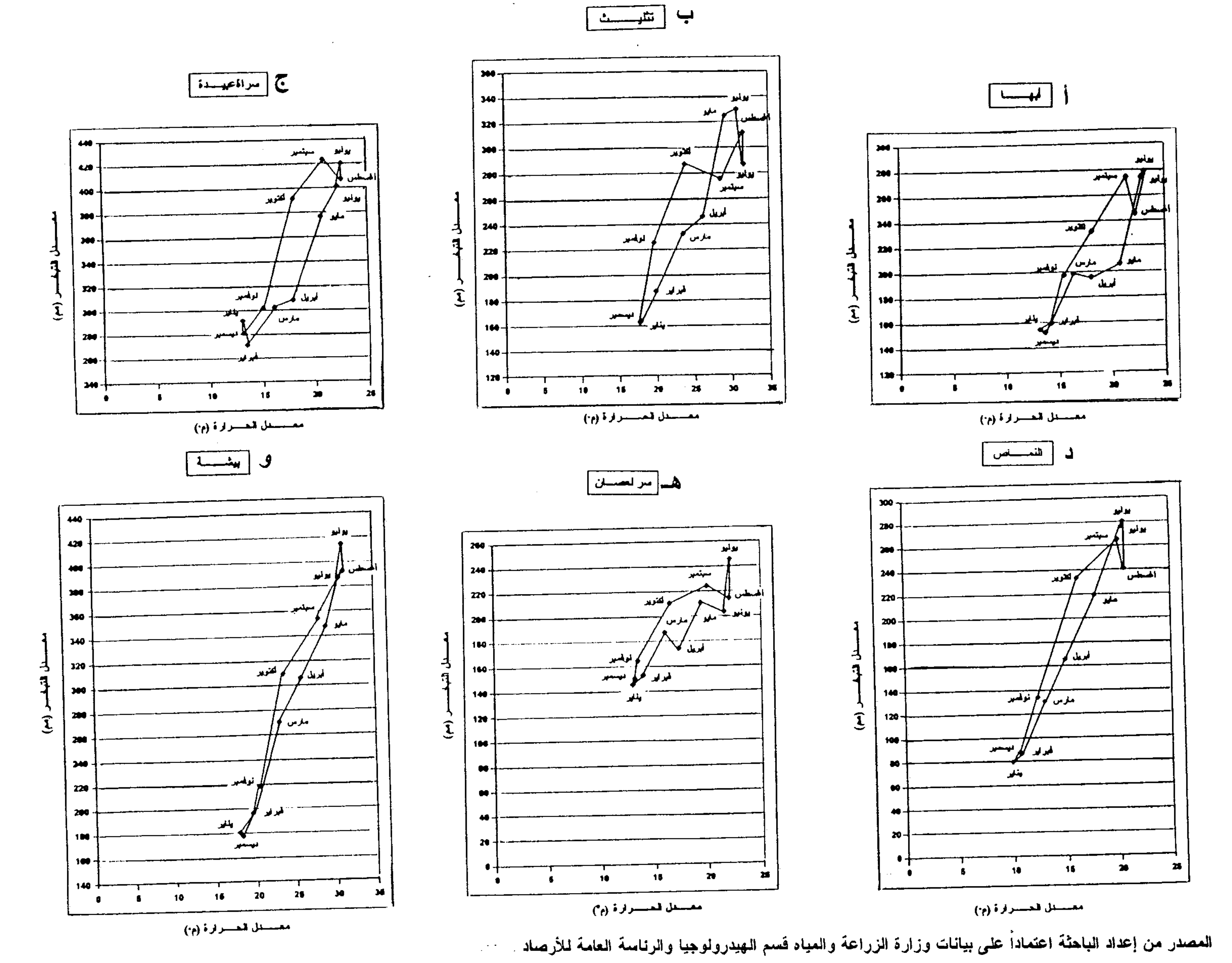


المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

شكل (٤٧)

العلاقة بين معدل الحرارة الشهري ومعدل التبخر الشهري في المحطات المناخية

(١٩٧٠-١٩٩٧م)



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

جدول (٢٤)
العلاقة بين المعدلات الشهرية للحرارة والتبخر المقاس (مم) بالمحطات المناخية ١٩٧٠م - ١٩٩٧م

المحطة	معدل الحرارة $\bar{X}$	معدل التبخر $\bar{y}$	R^2	r	معادلة الانحدار
أبها	١٨,٢	٢١٣,٨	٠,٨٧٧٤	٠,٩٤٢٠	ع = ١١,٨٨٢س^{٠,٩٩٤٣}
بيشة	٢٤,٩	٢٩٦,٠	٠,٩٧٧٦	٠,٩٨٨٧	ع=-٠,٢٥١٥س^{٢}+ ٢٨,٩٥س-٢٦٢,٥
تثليث	٢٥,٠	٢٥٢,٧	٠,٨٦٠	٠,٩٢٧٣	ع=-٠,٤٨٨٥س^{٢}+٣٤,٢٧٢س-٢٨٦,٦٨
سراة عبيدة	١٧,٩	٣٤٧,٨	٠,٨٧٣٥	٠,٩٣٤٦	ع = ١٥٩,٥٤ e^{٠,٠٤٢٧س}
سرلعصان	١٧,٤	١٩٠,٢	٠,٨٠١٥	٠,٨٩٥٢	ع = ١٣,٣٠٩س^{٠,٩٤٥٢}
النماص	١٥,٧	١٨٣,٢	٠,٩٦٣٨	٠,٩٨١٧	ع = ١,٨٠٨٧س^{١,٦٦٤٦}
المتوسط			٠,٥٦٤٦	٠,٧٥١٣	ع = ١٢,٩٣٦ س^{٠,٩٨٠١}

الجدول من إعداد الباحثة.

الكميـــات مقارنة بكميات الأمطار الساقطة خلال فصلي الشتاء والربيع اللذين يتميزان بانخفاض مـــلحوظ لدرجـــات الحرارة، وعليه تتأثر معدلات الأمطار بارتفاع معدلات التبخر/النتح ويتضح ذلك من خلال حساب وتقدير الميزان المائي في المنطقة، حيث بلغ الفاقد المائي بالتبخر/النتح في الســـنة أكثر من نصف إجمالي معدلات الهطول ٥٥,٥% وقد يعزى ارتفاع نسبة ذلك الفاقد ليس لدرجة الحرارة بقدر ما هو لطبوغرافية المنطقة التي تتميز بشدة الانحدارات السطحية والجروف الجبـــلية التي تسهم في سرعة الجريان السطحي للمياه، بالإضافة إلى أن نوع التربة في المنطقة ودرجـــة نفاذيتها له دور مباشر في التبخر/النتح، حيث تنتمي تربة المنطقة إلى نوع التربة الجافة والـــتربة حديـــثة التكوين (غير المتطورة) وينتشر هذان النوعان بشكل متداخل في جميع أجزاء المنطقة، ويمثل النوع الثاني أكثر من نصف المساحة الكلية لمنطقة الدراسة بما يعادل ٥٤% من المســـاحة الإجماليـــة ويتميز بنفاذيته السريعة نسبياً (٥,١ –٥١سم/ساعة) وقلة قدرته على حفظ الميـــاه وهـــذا ينعكس سلباً على انخفاض سعته الميسرة (٦سم –١٥٠سم) (الفصل الخامس). أما بالنســـبة لأثـــر طـــبيعة الهطـــول في التبخر/النتح فنجد أن منطقة جبال السروات تتميز بالشدة والغـــزارة خـــلال فـــترة قصـــيرة نسبياً وخاصة الأمطار الصيفية التي تسبب السيول الفيضانية بالإضـــافة إلى أنها تتوافق مع الفصل الحار الذي يتميز بالارتفاع التدريجي لدرجات الحرارة مما يـــؤدي إلى الـــزيادة الفعـــلية لمعدلات التبخر/النتح وهذا بدوره يحد من استفادة النبات من تلك الأمطـــار، ولكـــن النـــبات يستفيد بصورة أفضل من كميات الأمطار الساقطة في فصلي الشتاء والربيع اللذين يتميزان بانخفاض ملموس لدرجات الحرارة يقابله ارتفاع لكميات الأمطار.

تقدير معدل التبخر/النتح الشهري بمحطات المنطقة الجبلية بعسير.

لقـــد تـــم تقدير المعدلات الشهرية للتبخر/النتح بتطبيق معادلة ثورنثوايت لسهولة تطبيقها فـــي المـــنطقة الجبـــلية بعسير التي تقع ضمنها (٦) محطات مناخية تتوفر على قياسات حرارية تتناســـب مـــع قياســـات التبخر لفترة الدراسة وهي أبها، بيشة، تثليث، سراة عبيدة، سرلعصان، والـــنماص. ولتطـــبيق معادلة ثورنثوايت في تقدير المعدلات الشهرية للتبخر/النتح. يمكن اتباع الخطوات التالية :

أ- **حساب المعامل الحراري الشهري** " i "

ويعتمد في حساب هذا المعامل على متوسطات الحرارة الشهرية بتطبيق المعادلة الآتية :

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514}$$

وقد تم حساب المعامل للمحطات المناخية كما توضحه جداول (٢٥-٣٠). كما تم حساب المعامل الشهري لمجموع المنطقة الجبلية بعسير اعتماداً على المعدل الحراري الشهري للمحطات المناخية المذكورة سابقاً. ونظراً لاعتماد طريقة حساب المعامل الحراري على معـــدلات الحـــرارة الشهرية فإن قيم هذا المعامل غير متماثلة بين المحطات في ما بينها وغير متماثلة مع متوسط المنطقة الجبلية بعسير، كما أنها غير متماثلة من شهر لآخر.

ب- حساب ثابت المعادلة " a "

ويعتمد في حساب هذا الثابت على قيم المعامل الحراري الشهري " i " باستخدام المعادلة الآتية :

$$a = \left(\frac{1.6}{100}\right) I + 0.5$$

وقد تم حساب قيم الثابت " a " لكل محطة على حدة كما توضحـــه الجداول السابقة.

تقدير معدلات التبخر /النتح الشـــهري بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة Thorthwaite

وتقدر معدلات التبخر/النتح الشهري باستخدام معادلة ثورنثوايت كالآتي :

$$ETP\ (mm) = 1.6\left(\frac{10\,t}{I}\right)^{a}$$

بحيث يمثل : $ETP\ (mm)$ = معدل التبخر /النتح الشهري (مم).

t = معدل الحرارة الشهري (مْ).

I = معامل الحرارة الشهري.

a = ثابت المعادلة ويحسب بالاعتماد على قيم I .

وقد تم تقدير معدلات التبخر/النتح الحراري الشهري بمعادلة ثورنثوايت لكل محطة على حـــدة اعـــتماداً عـــلى معـــدلات الحرارة المقاسة في المحطات المناخية والمحسوبة في محطات الأمطار.

وبمقارنة نتائج هذه المعادلة في الجداول السابقة يتضح ما يلي :

١- أن هـــناك قصوراً واضحاً في تقدير قيم معدلات التبخر/النتح الشهري لكل محطة ولكل شـــهر بالمقارنـــة مـــع قيم معدلات التبخر الشهري المقاس. ويتراوح الفارق بين التبخر المقاس والتبخر/النتح المقدر بمعادلة ثورنثوايت بين :

أ - ٩٣% خلال شهر يناير و٩٥% خلال شهر يوليو بمحطة أبها.

ب- ٩٤% خلال شهر يناير و٩٦% خلال شهر يوليو بمحطة بيشة.

جدول (٢٥)

معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة

١٩٧٠م - ١٩٩٧م بمحطة أبها.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	i معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٣,١	١٥٤,٤	٤,٢٩٨٤١٣	٠,٥٦٨٧٧٥	١١,١٧٢٧٦
فبراير	١٤,٢	١٥٩,٥	٤,٨٥٦٥٠٦	٠,٥٧٧٧٠٤	١١,٢٤٦٤
مارس	١٦,٣	١٩٨,٢	٥,٩٨٤٢٧٤	٠,٥٩٥٧٤٨	١١,٤٥٨٤
أبريل	١٨	١٩٥,٤	٦,٩٥٤١١٧	٠,٦١١٢٦٦	١١,٦٩١١٥
مايو	٢٠,٧	٢٠٥,٨	٨,٥٩٢٨٧٥	٠,٦٣٧٤٨٦	١٢,١٦٢٣٨
يونيو	٢٣,١	٢٧٨,٣	١٠,١٤٥٣٧	٠,٦٦٢٣٢٦	١٢,٦٨٠١٤
يوليو	٢٢,٨	٢٧٣,٨	٩,٩٤٦٥٥٧	٠,٦٥٩١٤٥	١٢,٦١٠٤٣
أغسطس	٢٢,٢	٢٤٥,٣	٩,٥٥٢٩٥٧	٠,٦٥٢٨٤٧	١٢,٤٧٥٢٧
سبتمبر	٢١,٤	٢٧٤	٩,٠٣٦٦١٧	٠,٦٤٤٥٨٦	١٢,٣٠٣٩٣
أكتوبر	١٨,١	٢٣١,٦	٧,٠١٢٦٩٢	٠,٦١٢٢٠٣	١١,٧٠٦٤٣
نوفمبر	١٥,٤	١٩٧,١	٥,٤٩١١٨١	٠,٥٨٧٨٥٩	١١,٣٥٦٧٦
ديسمبر	١٣,٦	١٥١,٩	٤,٥٤٩٢٢٤	٠,٥٧٢٧٨٨	١١,٢٠٢٧٩

جدول (٢٦)

معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة

١٩٧٠م - ١٩٩٧م بمحطة بيشة.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	i معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٧,٨	١٨٠,٤	٦,٨٣٧٤٦٨	٠,٦٠٩٣٩٩	١١,٦٦١١١
فبراير	١٩,٥	١٩٦,٧	٧,٨٥٠٠٣٩	٠,٦٢٥٦٠١	١١,٩٣٨٠٩
مارس	٢٣	٢٧٠,٣	١٠,٠٧٨٩٥	٠,٦٦١٢٦٣	١٢,٦٥٦٧٥
أبريل	٢٥,٨	٣٠٥,٨	١١,٩٩٣٦٦	٠,٦٩١٨٩٩	١٣,٣٧١٨٤
مايو	٢٩	٣٤٧,٦	١٤,٣١٦٢٧	٠,٧٢٩٠٦	١٤,٣٤٤٥٥
يونيو	٣٠,٧	٣٨٦,٦	١٥,٦٠٥٨٣	٠,٧٤٩٦٩٣	١٤,٩٣١٧٩
يوليو	٣١,٢	٤١٤,٥	١٥,٩٩٢٢٥	٠,٧٥٥٨٧٦	١٥,١١٤٢
أغسطس	٣١,٣	٣٩٢,٢	١٦,٠٦٩٩١	٠,٧٥٧١١٩	١٥,١٥١٢٣
سبتمبر	٢٨,١	٣٥٣,٨	١٣,٦٤٩	٠,٧١٨٣٨٤	١٤,٠٥٣٧٨
أكتوبر	٢٣,٦	٣٠٩,٣	١٠,٤٧٩٦٨	٠,٦٦٧٦٧٥	١٢,٧٩٩٥
نوفمبر	٢٠,٤	٢١٨,٢	٨,٤٠٥٠٣٤	٠,٦٣٤٤٨١	١٢,١٠٤١٢
ديسمبر	١٨,٢	١٧٧,٦	٧,٠٧١٤٣٤	٠,٦١٣١٤٣	١١,٧٢١٨٨

جدول (٢٧)

معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة

١٩٧٠م - ١٩٩٧م بمحطة تثليث.

الشهر	معدل الحرارة	التبخرالمقاس (مم)	i معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٧,٨	١٦٣,٨	٦,٨٣٧٤٦٨	٠,٦٠٩٣٩٩	١١,٦٦١١١
فبراير	١٩,٩	١٨٧,١	٨,٠٩٥١١٤	٠,٦٢٩٥٢٢	١٢,٠١٠٢٥
مارس	٢٣,٦	٢٣٢,٥	١٠,٤٧٩٦٨	٠,٦٦٧٦٧٥	١٢,٧٩٩٥
أبريل	٢٦,٢	٢٤٥,٨	١٢,٢٧٦٣	٠,٦٩٦٤٢١	١٣,٤٨٤٢٣
مايو	٢٩,٣	٣٢٤,٨	١٤,٥٤١٠٩	٠,٧٣٢٦٥٧	١٤,٤٤٤٥٤
يونيو	٣٠,٩	٣٢٩,٦	١٥,٧٦٠٠١	٠,٧٥٢١٦	١٥,٠٠٤٢١
يوليو	٣١,٨	٢٨٦,٦	١٦,٤٦٠١٦	٠,٧٦٣٣٦٣	١٥,٣٣٩٠٧
أغسطس	٣١,٧	٣١١,٤	١٦,٣٨١٨٦	٠,٧٦٢١١	١٥,٣٠١١٣
سبتمبر	٢٨,٦	٢٧٥,٢	١٤,٠١٨٣٧	٠,٧٢٤٢٩٤	١٤,٢١٣٦٣
أكتوبر	٢٣,٩	٢٨٦,٧	١٠,٦٨٢٠٣	٠,٦٧٠٩١٢	١٢,٨٧٣٠١
نوفمبر	١٩,٧	٢٢٥,٦	٧,٩٧٢٢٥٧	٠,٦٢٧٥٥٦	١١,٩٧٣٨٤
ديسمبر	١٧,٧	١٦٢,٨	٩,٧٧٩٣٩٥	٠,٦٠٨٤٧	١١,٦٤٦٣٥

الجداول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٢٨)

معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة
١٩٧٠م – ١٩٩٧م بمحطة سراة عبيدة.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	i معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٣	٢٩١,١	٤,٢٤٨٨٣٣	٠,٥٦٧٩٨١	١١,١٦٧٤٧
فبراير	١٣,٤	٢٧٠,٨	٤,٤٤٨٣٢١	٠,٥٧١١٧٣	١١,١٩٠٠٧
مارس	١٦	٣٠٢,١	٥,٨١٨٣١٣	٠,٥٩٣٠٩٣	١١,٤٢٢٧٩
أبريل	١٧,٨	٣٠٧,٩	٦,٨٣٧٤٦٨	٠,٦٠٩٣٩٩	١١,٦٦١١١
مايو	٢٠,٦	٣٧٦,٤	٨,٥٣٠١٠٥	٠,٦٣٦٤٨٢	١٢,١٤٢٨
يونيو	٢٢,٢	٤٠١,٣	٩,٥٥٢٩٥٧	٠,٦٥٢٨٤٧	١٢,٤٧٥٢٧
يوليو	٢٢,٦	٤١٩,٨	٩,٨١٤٧٥٨	٠,٦٥٧٠٣٦	١٢,٥٦٤٧٤
أغسطس	٢٢,٦	٤٠٦,٨	٩,٨١٤٧٥٨	٠,٦٥٧٠٣٦	١٢,٥٦٤٧٤
سبتمبر	٢٠,٩	٤٢٣,١	٨,٧١٨٨٨٤	٠,٦٣٩٥٠٢	١٢,٢٠٢٠٢
أكتوبر	١٨	٣٩١,٤	٦,٩٥٤١١٧	٠,٦١١٢٦٦	١١,٦٩١١٥
نوفمبر	١٤,٩	٣٠١,٧	٥,٢٢٣٥٢٢	٠,٥٨٣٥٧٦	١١,٣٠٧١٦
ديسمبر	١٣,١	٢٨٠,٨	٤,٢٩٨٤١٣	٠,٥٦٨٧٧٥	١١,١٧٢٧٦

جدول (٢٩)

معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة
١٩٧٠م – ١٩٩٧م بمحطة سرلعصان.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	I معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	١٢,٩	١٤٥,٥	٤,١٩٩٤٤٨	٠,٥٦٧١٩١	١١,١٦٢٤٣
فبراير	١٣,٩	١٥٢,٩	٤,٧٠٢٠١٣	٠,٥٧٥٢٣٢	١١,٢٢٣٥٩
مارس	١٦	١٨٦,٩	٥,٨١٨٣١٣	٠,٥٩٣٠٩٣	١١,٤٢٢٧٩
أبريل	١٧,٣	١٧٤,١	٦,٥٤٨٧٩٢	٠,٦٠٤٧٨١	١١,٥٨٩٠٧
مايو	١٩,٤	٢١٠,٦	٧,٧٨٩١٧١	٠,٦٢٤٦٢٧	١١,٩٢٠٤٦
يونيو	٢١,٦	٣٠٣,٣	٩,١٦٤٧٨٧	٠,٦٤٦٦٣٧	١٢,٣٤٥٨١
يوليو	٢٢,٢	٢٤٥,٤	٩,٥٥٢٩٥٧	٠,٦٥٢٨٤٧	١٢,٤٧٥٢٧
أغسطس	٢٢,١	٢١٤,١	٩,٤٨٧٨٨٣	٠,٦٥١٨٠٦	١٢,٤٥٣٣
سبتمبر	٢٠	٢٢٤	٨,١٥٦٧٨١	٠,٦٣٠٥٠٩	١٢,٠٢٨٧
أكتوبر	١٦,٥	٢١٠,٥	٦,٠٩٥٧٩٢	٠,٥٩٧٥٣٣	١١,٤٨٣٠٧
نوفمبر	١٣,٤	١٦٤,٥	٤,٤٤٨٣٢١	٠,٥٧١١٧٣	١١,١٩٠٠٧
ديسمبر	١٣,١	١٥٠,٤	٤,٢٩٨٤١٣	٠,٥٦٨٧٧٥	١١,١٧٢٧٦

جدول (٣٠)

معدل التبخر/النتح الشهري (مم) المحسوب بمعادلة ثورنثوايت غير المعدلة
١٩٧٠م – ١٩٩٧م بمحطة النماص.

الشهر	معدل الحرارة	التبخر المقاس (مم)	I معامل الحرارة	a ثابت	Etp ثورنثوايت
يناير	٩,٩	٧٩,٥	٢,٨١٢٨٧٩	٠,٥٤٥٠٠٦	١١,١٤٢
فبراير	١٠,٨	٨٦,٩	٣,٢٠٨٩٥	٠,٥٥١٣٤٣	١١,١١٨٧١
مارس	١٣	١٣٠,١	٤,٢٤٨٨٣٣	٠,٥٦٧٩٨١	١١,١٦٧٤٧
أبريل	١٥	١٦٥,٤	٥,٢٧٦٦٩	٠,٥٨٤٤٢٧	١١,٣١٦٦٨
مايو	١٧,٩	٢١٨,٥	٦,٨٩٥٧٠٩	٠,٦١٠٣٣١	١١,٦٧٦٠٥
يونيو	٢٠,٥	٢٧٥,٩	٨,٤٦٧٤٩١	٠,٦٣٥٤٨	١٢,١٢٣٣٨
يوليو	٢٠,٧	٢٨٠,٨	٨,٥٩٢٨٧٥	٠,٦٣٧٤٨٦	١٢,١٦٢٣٨
أغسطس	٢٠,٧	٢٤١,٣	٨,٥٩٢٨٧٥	٠,٦٣٧٤٨٦	١٢,١٦٢٣٨
سبتمبر	٢٠,٢	٢٦٥,٢	٨,٢٨٠٥٩٢	٠,٦٣٢٤٨٩	١٢,٠٦٦٠٨
أكتوبر	١٦,٣	٢٣٣,٢	٥,٩٨٤٢٧٤	٠,٥٩٥٧٤٨	١١,٤٥٨٤
نوفمبر	١٢,٤	١٣٣,٩	٣,٩٥٥٤٨٦	٠,٥٦٢٣٨٨	١١,١٤٠٩٨
ديسمبر	١٠,٦	٨٧,٩	٣,١١٩٤١	٠,٥٤٩٩١١	١١,١٢١٤٥

الجداول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

ج-   ٩٣% خلال شهر يناير و٩٥% خلال شهر يوليو بمحطة تثليث.

د-   ٩٦% خلال شهر يناير و٩٧% خلال شهر يوليو بمحطة سراة عبيدة.

هـ-   ٩٢% خلال شهر يناير و٩٥% خلال شهر يوليو بمحطة سرلعصان.

و-   ٨٦% خلال شهر يناير و٩٦% خلال شهر يوليو بمحطة النماص.

٢- تفوق معدلات التبخر الشهري بجميع المحطات المناخية معدلات التبخر الشهري للمنطقة الجبلية بعسير المحسوبة اعتماداً على معدلات الحرارة الشهرية بالمحطات المناخية.

ونظراً لتوفر قياسات التبخر بالمحطات المناخية المذكورة يمكننا تعديل معادلة ثورنثوايت باستخدام هذه القياسات في كل محطة على مستوى المنطقة الجبلية بعسير.

تعديل معادلة ثورنثوايت Thornthwaite بقياسات التبخر في المحطات المناخية :

لقد استخدمنا قيم التبخر الشهري المقاس بالمحطات في تعديل معادلة ثورنثوايت حيث حدد ثورنثوايت سلسلة من ثلاث معادلات لتقدير التبخر كدالة في درجة الحرارة. وقد حدد من خلال هذه المعادلات عدداً من المؤشرات/المعاملات الثابتة التي تحدد طبيعة العلاقة بين التبخر ودرجة الحرارة على النحو التالي :

$$i = \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514} \qquad (١)$$

ويبدو أن قيم i المحسوبة حسب التغيير في t تمثل قيم معدلة للمتغير t حسب الثوابت المعطاه في المعادلة التالية :

$$a = \left(\frac{1.6}{100} \cdot I + 0.5\right) \qquad (٢)$$

في مقابل القيم المحسوبة للمتغير i أو القيم المعدلة t فإن ثورنثوايت يقدر قيمة المتغير a حسب المؤشر الثابت الوارد في العلاقة رقم (٢). وعليه فإن معادلة التبخر/النتح يكون كالتالي :

$$ETP \ (mm) = 1.6 \left(\frac{10\,t}{I}\right)^{a} \qquad (٣)$$

حيث إن :

1.6 = قيمة ثابتة.

I = متغير يعبر عن درجة الحرارة، يتم حسابه كما في المعادلة (١).

10 = قيمة ثابتة.

a = متغير يتم حسابه كما في المعادلة (٢).

بالإضـــافة إلى المـــتغيرين i و a اللذين يتم تقديرهما حسب المعادلتين (١) و(٢) يعتمد ثورنثوايت على المعادلة (٣) لتقدير التبخر ETP كدالة في درجة الحرارة t.

وبتطـــبيق معادلة ثورنثوايت على بيانات المنطقة الجبلية بعسير خصوصاً المحطات التي تـــتوفر لديهـــا سلاسل زمنية متكاملة للحرارة والتبخر معاً (عددها ٦ محطات)، اتضح أن هناك فـــروقات كـــبيرة بين التبخر المقدر والتبخر الفعلي مما يعني أن المؤشرات/الثوابت التي حددها ثورنثوايت قد لا تناسب كل البيانات أو الظروف السائدة بالمنطقة.

ولمـــا كـــان الغـــرض مـــن معادلـــة ثورنثوايت هو تقدير التبخر/النتح ليس فقط في المحطـــات الـــتي تـــتوفر فيهـــا بيانات المتغير، ولكن أيضاً بالنسبة لكل المحطات الأخرى في المـــنطقة، فقد رأينا تعديل بعض المؤشرات/المعاملات الواردة في المعادلات الثلاث المشار إليها أعلاه بصورة تجعلها أكثر قرباً مع ظروف المنطقة ولكن دون المساس بالشكل العام للمعادلات.

أ- **نموذج معدل لمؤشرات/معاملات ثورنثوايت.**

يـــتكون أي نموذج من عدد من المتغيرات الداخلية/المستقلة والمتغيرات الخارجية/التابعة التي تحدد العلاقة بينهما من خلال عدد من المؤشرات/المعاملات الثابتة، ولتوضيح كيفية تعديل المؤشرات سيتم إعادة صياغة المعادلات (١) – (٢) باستخدام الرمـــوز للفصـــل بين المتغيرات (VAR) والمؤشرات/الثوابت (CON)، على النحو التالي :

$$VAR(1) = \left[\frac{1}{CON(1)} * VAR(2) \right]^{CON(2)} \qquad (٤)$$

حيث إن :

VAR(1) = متغير خارجي يعبر عن i في المعادلة (١).

VAR(2) = متغير داخلي معطى يعبر عن درجة الحرارة t في المعادلة (١).

CON (1) = مؤشر ثابت قيمته (٥) كما في المعادلة (١).

CON (2) = مؤشر ثابت قيمته (١,٥١٤) كما في المعادلة (١).

$$VAR(3)=\left[\frac{1}{100}*CON(3)*VAR(1)\right]+CON(4) \quad (٥)$$

حيث إن :

VAR(3) = متغير خارجي يعبر عن قيمة a كما في المعادلة (٢).

VAR(1) = متغير خارجي عرف من قبل.

CON(3) = مؤشر ثابت قيمته (١,٦) كما في المعادلة (٢).

CON(4) = مؤشر ثابت قيمته (٠,٥) كما في المعادلة (٢).

أمـــا المعادلة (٣) والتي تعبر عن علاقة ثورنثوايت الرئيسية فيمكن إعادة صياغتها على النحو التالي :

$$VAR(4)=\left[CON(3)*\frac{1}{CON(5)}*\frac{VAR(2)}{VAR(1)}\right]^{VAR(3)} \quad (٦)$$

حيث إن :

VAR(1) ، VAR(2) ، VAR(3) هي متغيرات عرفت من قبل.

VAR(4) = متغير خارجي يمثل قيمة التبخر/النتح ETP، كما في المعادلة (٣).

CON(3) = مؤشـــر ثابت قيمته (١,٦) عرف في المعادلة (٣). حسب علاقة ثورنثوايت الأصلية.

CON(5) = مؤشر ثابت قيمته (١٠) كما في المعادلة (٣).

وكمـــا هـــو ملاحـــظ مـــن المعادلة (٦) فإنها تشتمل على كل المتغيرات اللازمة لتقدير التـــبخر/النتح، بالإضافة إلى مؤشرين من الواضح أن CON(3) هي أكثرهما أهمية وذلك لأنها تدخـــل أيضاً في حساب المتغير VAR(3). وعليه فإن تعديل مؤشرات ثورنثوايت ينطوي على إيجـــاد قيـــم جديـــدة للمؤشر CON(3) تعطي تقديرات للتبخر/النتح تكون متطابقة أو قريبة مع البيانات الفعلية في المحطات التي تتوفر فيها البيانات حول التبخر.

ومع ملاحظـــة التكرار للمتغير VAR(3) وكذلك المؤشر CON(3) في المعادلتين (٥) و(٦) عـــلى الـــتوالي، فإنـــه يمكن استخدامهما كمعادلتين آنيتين للحصول على قيم VAR(3) و CON(3) التي تكفل التطابق المشار إليه. وذلك باتباع الخطوات التالية :

١- حـــل المعادلـــتين آنياً بإدخال القيم الفعلية للتبخر في المحطات التي تتوفر فيها (وعددها ســـت محطـــات) كمتغيرات داخلية/معطاة مع تحويل CON(3) إلى متغير خارجي بدلاً من كونه مؤشراً ثابتاً معطى من قبل.

٢- إن حـــل المعادلـــتين على أساس الخطوة المشار إليها أعلاه، تكفل أن يتضمن الحل قيماً لكـــل من CON(3) وVAR(3) وتضمن تحقيق تقارب التطابق بين التبخر/النتح المقدر حسب النموذج، والتبخر الفعلي في المحطات التي تتوفر فيها البيانات. وتكمن أهمية حل المعادلـــتين آنيـــاً فـــي إبـــراز التأثير المزدوج للمؤشر CON(3) ليس من خلال تأثيره المباشـــر عـــلى التبخر/النتح، كما في المعـــادلة (٦). ولكن أيضاً من خلال تأثيره غير المباشر على VAR(3)، كما في المعادلة (٥).

وهكذا يمكن التحقق من أن مؤشرات ثورنثوايت المعدلة يمكن تطبيقها على بقية المناطق الـــتي لا تتوفر فيها بيانات عن التبخر/النتح، وحيث إن الخطوات المشار إليها أعلاه تعطي قيماً مختـــلفة لكـــل مـــن CON(3) وVAR(3) بالنســـبة لـــلمحطات الـــتي تتوفر فيها بيانات عن التـــبخر/النتح وذلك حسب تفاوت درجات الحرارة بينها. وحيث إن VAR(3) تعتمد أصلاً على القيـــم المقـــدرة /المعطاة لـــCON(3) كما في المعادلة (٥) فإنه يمكن استخدام متوسط هذه القيم كمؤشر لتقدير التبخر/النتح في المحطات الأخرى. أي أن :

$$\overline{CON}(3) = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{6} CON(3)_i \qquad (٧)$$

وحيث يمكـــن تعويـــض قيم $CON(3)$ بقيم $\overline{CON}(3)$ في المعادلتين (٥) و(٦)، ومن ثم اســـتخدام سلســـلة المعـــادلات كامـــلة لتقدير التبخر/النتح في المحطات التي لا تتوفر فيها هذه البيانات، وذلك في ضوء التغيير الحاصل في درجات الحـــرارة في كل منها[1] جداول (٣١-٣٢-٣٣-٣٤-٣٥-٣٦) توضـــح معـــادلات حســـاب معدلات التبخر/النتح الشهري في المحطات المناخية.

وبـــناءً عـــلى مـــا سبق فقد تم حساب التبخر/النتح في محطات قياس الأمطار بالمنطقة الجبـــلية بعســـير بواســـطة معادلة ثورنثوايت المعدلة وكانت قيم قياسات التبخر/ نتح قريبة من قياسات التبخر/المقاس في المحطات المناخية جدول (٣٧). وكذلك من نتائج دراسة الجراش التي استخدم فيها نموذجاً رياضياً لتقدير معدلات التبخر الشهرية في المملكة ملحق (د).

---

(1) نظراً لصعوبة حل المعادلات الآنية باستخدام الآلة الحاسبة، فقد تم استخدام برنامج إحصائي مناسب لهذا الغرض.

جدول (٣١)

معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة بمحطة أبها .

الشهر	ت المعدلة (مم) = $\left[\frac{t\ VAR(2)}{I\ VAR(1)} * \frac{1}{10} * CON(3) \right]^{aVAR(3)}$ الثابت	قيمة المتغير(I) VAR(1) $\left(\frac{t}{5}\right)^{1.514 CON(2)} = VAR(1)$	قيمة المتغير(a) VAR(3) $0.5 + \left(\frac{1}{100} * CON(3) * I\right) = a$
يناير	ت = [(8.02) 10 متوسط حرارة يناير (t) / (I) معامل حرارة يناير] (a)	I = (حرارة يناير / 5) 1,514	0.84 = a
فبراير	ت = [(7.79) 10 متوسط حرارة فبراير (t) / (I) معامل حرارة فبراير] (a)	I = (حرارة فبراير / 5) 1,514	0.87 = a
مارس	ت = [(7.65) 10 متوسط حرارة مارس (t) / (I) معامل حرارة مارس] (a)	I = (حرارة مارس / 5) 1,514	0.96 = a
أبريل	ت = [(7.21) 10 متوسط حرارة أبريل (t) / (I) معامل حرارة أبريل] (a)	I = (حرارة أبريل / 5) 1,514	1.00 = a
مايو	ت = [(6.91) 10 متوسط حرارة مايو (t) / (I) معامل حرارة مايو] (a)	I = (حرارة مايو / 5) 1,514	1.09 = a
يونيو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يونيو (t) / (I) معامل حرارة يونيو] (a)	I = (حرارة يونيو / 5) 1,514	1.18 = a
يوليو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يوليو (t) / (I) معامل حرارة يوليو] (a)	I = (حرارة يوليو / 5) 1,514	1.17 = a
أغسطس	ت = [(6.52) 10 متوسط حرارة أغسطس (t) / (I) معامل حرارة أغسطس] (a)	I = (حرارة أغسطس / 5) 1,514	1.14 = a
سبتمبر	ت = [(6.99) 10 متوسط حرارة سبتمبر (t) / (I) معامل حرارة سبتمبر] (a)	I = (حرارة سبتمبر / 5) 1,514	1.15 = a
أكتوبر	ت = [(7.85) 10 متوسط حرارة أكتوبر (t) / (I) معامل حرارة أكتوبر] (a)	I = (حرارة أكتوبر / 5) 1,514	1.05 = a
نوفمبر	ت = [(8.12) 10 متوسط حرارة نوفمبر (t) / (I) معامل حرارة نوفمبر] (a)	I = (حرارة نوفمبر / 5) 1,514	0.95 = a
ديسمبر	ت = [(7.96) 10 متوسط حرارة ديسمبر (t) / (I) معامل حرارة ديسمبر] (a)	I = (حرارة ديسمبر / 5) 1,514	0.86 = a

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٢)

معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة بمحطة بيشة.

الشهر	ت المعدلة (مم) = $\left[\frac{t\ VAR(2)}{I\ VAR(1)} * \frac{1}{10} * CON(3)\right]^{aVAR(3)}$ الثابت	قيمة المتغير(I) VAR(1) $1.514CON(2)\left(\frac{t}{5}\right)=VAR(1)$	قيمة المتغير(a) VAR(3) $0.5+\left(\frac{1}{100}*CON(3)*I\right)=a$
يناير	ت = [(8.02) 10 متوسط حرارة يناير (t) / (I) معامل حرارة يناير] (a)	I = (حرارة يناير / 5) 1,514	1.04 = a
فبراير	ت = [(7.79) 10 متوسط حرارة فبراير (t) / (I) معامل حرارة فبراير] (a)	I = (حرارة فبراير / 5) 1,514	1.12 = a
مارس	ت = [(7.65) 10 متوسط حرارة مارس (t) / (I) معامل حرارة مارس] (a)	I = (حرارة مارس / 5) 1,514	1.29 = a
أبريل	ت = [(7.21) 10 متوسط حرارة أبريل (t) / (I) معامل حرارة أبريل] (a)	I = (حرارة أبريل / 5) 1,514	1.37 = a
مايو	ت = [(6.91) 10 متوسط حرارة مايو (t) / (I) معامل حرارة مايو] (a)	I = (حرارة مايو / 5) 1,514	1.51 = a
يونيو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يونيو (t) / (I) معامل حرارة يونيو] (a)	I = (حرارة يونيو / 5) 1,514	1.56 = a
يوليو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يوليو (t) / (I) معامل حرارة يوليو] (a)	I = (حرارة يوليو / 5) 1,514	1.59 = a
أغسطس	ت = [(6.52) 10 متوسط حرارة أغسطس (t) / (I) معامل حرارة أغسطس] (a)	I = (حرارة أغسطس / 5) 1,514	1.57 = a
سبتمبر	ت = [(6.99) 10 متوسط حرارة سبتمبر (t) / (I) معامل حرارة سبتمبر] (a)	I = (حرارة سبتمبر / 5) 1,514	1.47 = a
أكتوبر	ت = [(7.85) 10 متوسط حرارة أكتوبر (t) / (I) معامل حرارة أكتوبر] (a)	I = (حرارة أكتوبر / 5) 1,514	1.33 = a
نوفمبر	ت = [(8.12) 10 متوسط حرارة نوفمبر (t) / (I) معامل حرارة نوفمبر] (a)	I = (حرارة نوفمبر / 5) 1,514	1.19 = a
ديسمبر	ت = [(7.96) 10 متوسط حرارة ديسمبر (t) / (I) معامل حرارة ديسمبر] (a)	I = (حرارة ديسمبر / 5) 1,514	1.08 = a

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٣)

معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة بمحطة تثليث .

الشهر	ت المعدلة (مم) = $\left[\frac{t\,VAR(2)}{I\,VAR(1)} * \frac{1}{10} * CON(3)\right]^{aVAR(3)}$ الثابت	قيمة المتغير(I) VAR(1) $1.514\,CON(2)\left(\frac{t}{5}\right) = VAR(1)$	قيمة المتغير(a) VAR(3) $0.5 + \left(\frac{1}{100} * CON(3) * I\right) = a$
يناير	ت = [(8.02) 10 متوسط حرارة يناير (t) / (I) معامل حرارة يناير] (a)	I = (حرارة يناير / 5) 1,514	1.04 = a
فبراير	ت = [(7.79) 10 متوسط حرارة فبراير (t) / (I) معامل حرارة فبراير] (a)	I = (حرارة فبراير / 5) 1,514	1.15 = a
مارس	ت = [(7.65) 10 متوسط حرارة مارس (t) / (I) معامل حرارة مارس] (a)	I = (حرارة مارس / 5) 1,514	1.34 = a
أبريل	ت = [(7.21) 10 متوسط حرارة أبريل (t) / (I) معامل حرارة أبريل] (a)	I = (حرارة أبريل / 5) 1,514	1.41 = a
مايو	ت = [(6.91) 10 متوسط حرارة مايو (t) / (I) معامل حرارة مايو] (a)	I = (حرارة مايو / 5) 1,514	1.53 = a
يونيو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يونيو (t) / (I) معامل حرارة يونيو] (a)	I = (حرارة يونيو / 5) 1,514	1.58 = a
يوليو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يوليو (t) / (I) معامل حرارة يوليو] (a)	I = (حرارة يوليو / 5) 1,514	1.65 = a
أغسطس	ت = [(6.52) 10 متوسط حرارة أغسطس (t) / (I) معامل حرارة أغسطس] (a)	I = (حرارة أغسطس / 5) 1,514	1.61 = a
سبتمبر	ت = [(6.99) 10 متوسط حرارة سبتمبر (t) / (I) معامل حرارة سبتمبر] (a)	I = (حرارة سبتمبر / 5) 1,514	1.51 = a
أكتوبر	ت = [(7.85) 10 متوسط حرارة أكتوبر (t) / (I) معامل حرارة أكتوبر] (a)	I = (حرارة أكتوبر / 5) 1,514	1.35 = a
نوفمبر	ت = [(8.12) 10 متوسط حرارة نوفمبر (t) / (I) معامل حرارة نوفمبر] (a)	I = (حرارة نوفمبر / 5) 1,514	1.19 = a
ديسمبر	ت = [(7.96) 10 متوسط حرارة ديسمبر (t) / (I) معامل حرارة ديسمبر] (a)	I = (حرارة ديسمبر / 5) 1,514	1.06 = a

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٤)

معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة بمحطة سراة عبيدة .

الشهر	ت المعدلة (مم) = $\left[\frac{t\ VAR(2)}{I\ VAR(1)} * \frac{1}{10} * CON(3) \right]^{aVAR(3)}$ الثابت	قيمة المتغير (I) VAR(1) $CON(2) \left(\frac{t}{5}\right)^{1.514} = VAR(1)$	قيمة المتغير (a) VAR(3) $0.5 + \left(\frac{1}{100} * CON(3) * I\right) = a$
يناير	ت = [(8.02) 10 متوسط حرارة يناير (t) / (I) معامل حرارة يناير]$^{(a)}$	I = (حرارة يناير / 5)^{1,514}	0.85 = a
فبراير	ت = [(7.79) 10 متوسط حرارة فبراير (t) / (I) معامل حرارة فبراير]$^{(a)}$	I = (حرارة فبراير / 5)^{1,514}	0.85 = a
مارس	ت = [(7.65) 10 متوسط حرارة مارس (t) / (I) معامل حرارة مارس]$^{(a)}$	I = (حرارة مارس / 5)^{1,514}	0.94 = a
أبريل	ت = [(7.21) 10 متوسط حرارة أبريل (t) / (I) معامل حرارة أبريل]$^{(a)}$	I = (حرارة أبريل / 5)^{1,514}	0.99 = a
مايو	ت = [(6.91) 10 متوسط حرارة مايو (t) / (I) معامل حرارة مايو]$^{(a)}$	I = (حرارة مايو / 5)^{1,514}	1.09 = a
يونيو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يونيو (t) / (I) معامل حرارة يونيو]$^{(a)}$	I = (حرارة يونيو / 5)^{1,514}	1.14 = a
يوليو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يوليو (t) / (I) معامل حرارة يوليو]$^{(a)}$	I = (حرارة يوليو / 5)^{1,514}	1.15 = a
أغسطس	ت = [(6.52) 10 متوسط حرارة أغسطس (t) / (I) معامل حرارة أغسطس]$^{(a)}$	I = (حرارة أغسطس / 5)^{1,514}	1.14 = a
سبتمبر	ت = [(6.99) 10 متوسط حرارة سبتمبر (t) / (I) معامل حرارة سبتمبر]$^{(a)}$	I = (حرارة سبتمبر / 5)^{1,514}	1.11 = a
أكتوبر	ت = [(7.85) 10 متوسط حرارة أكتوبر (t) / (I) معامل حرارة أكتوبر]$^{(a)}$	I = (حرارة أكتوبر / 5)^{1,514}	1.05 = a
نوفمبر	ت = [(8.12) 10 متوسط حرارة نوفمبر (t) / (I) معامل حرارة نوفمبر]$^{(a)}$	I = (حرارة نوفمبر / 5)^{1,514}	0.92 = a
ديسمبر	ت = [(7.96) 10 متوسط حرارة ديسمبر (t) / (I) معامل حرارة ديسمبر]$^{(a)}$	I = (حرارة ديسمبر / 5)^{1,514}	0.84 = a

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٥)

معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة بمحطة سر لعصان .

الشهر	ت المعدلة (مم) = $\left[\frac{t\ VAR(2)}{I\ VAR(1)} * \frac{1}{10} * CON(3) \right]^{aVAR(3)}$ الثابت	قيمة المتغير(I) VAR(1) $\left(\frac{t}{5}\right)^{1.514\,CON(2)} = VAR(1)$	قيمة المتغير(a) VAR(3) $0.5+\left(\frac{1}{100}*CON(3)*I\right)=a$
يناير	ت = [(8.02) 10 متوسط حرارة يناير (t) / (I) معامل حرارة يناير] [(a)]	I = (حرارة يناير / 5) [1,514]	0.84 = a
فبراير	ت = [(7.79) 10 متوسط حرارة فبراير (t) / (I) معامل حرارة فبراير] [(a)]	I = (حرارة فبراير / 5) [1,514]	0.86 = a
مارس	ت = [(7.65) 10 متوسط حرارة مارس (t) / (I) معامل حرارة مارس] [(a)]	I = (حرارة مارس / 5) [1,514]	0.95 = a
أبريل	ت = [(7.21) 10 متوسط حرارة أبريل (t) / (I) معامل حرارة أبريل] [(a)]	I = (حرارة أبريل / 5) [1,514]	0.97 = a
مايو	ت = [(6.91) 10 متوسط حرارة مايو (t) / (I) معامل حرارة مايو] [(a)]	I = (حرارة مايو / 5) [1,514]	1.04 = a
يونيو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يونيو (t) / (I) معامل حرارة يونيو] [(a)]	I = (حرارة يونيو / 5) [1,514]	1.11 = a
يوليو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يوليو (t) / (I) معامل حرارة يوليو] [(a)]	I = (حرارة يوليو / 5) [1,514]	1.13 = a
أغسطس	ت = [(6.52) 10 متوسط حرارة أغسطس (t) / (I) معامل حرارة أغسطس] [(a)]	I = (حرارة أغسطس / 5) [1,514]	1.12 = a
سبتمبر	ت = [(6.99) 10 متوسط حرارة سبتمبر (t) / (I) معامل حرارة سبتمبر] [(a)]	I = (حرارة سبتمبر / 5) [1,514]	1.07 = a
أكتوبر	ت = [(7.85) 10 متوسط حرارة أكتوبر (t) / (I) معامل حرارة أكتوبر] [(a)]	I = (حرارة أكتوبر / 5) [1,514]	0.98 = a
نوفمبر	ت = [(8.12) 10 متوسط حرارة نوفمبر (t) / (I) معامل حرارة نوفمبر] [(a)]	I = (حرارة نوفمبر / 5) [1,514]	0.87 = a
ديسمبر	ت = [(7.96) 10 متوسط حرارة ديسمبر (t) / (I) معامل حرارة ديسمبر] [(a)]	I = (حرارة ديسمبر / 5) [1,514]	0.84 = a

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٦)

معادلات حساب معدلات التبخر/النتح الشهري (مم) المعدلة بمحطة النماص .

الشهر	ت المعدلة (مم) = $\left[\frac{t\ VAR(2)}{I\ VAR(1)} * \frac{1}{10} * CON(3)\right]^{aVAR(3)}$ الثابت	قيمة المتغير(I) VAR(1) $1.514CON(2)\left(\frac{t}{5}\right)=VAR(1)$	قيمة المتغير(a) VAR(3) $0.5+\left(\frac{1}{100}*CON(3)*I\right)=a$
يناير	ت = [(8.02) 10 متوسط حرارة يناير (t) / (I) معامل حرارة يناير] $^{(a)}$	I = (حرارة يناير / 5) ^{1,514}	0.73 = a
فبراير	ت = [(7.79) 10 متوسط حرارة فبراير (t) / (I) معامل حرارة فبراير] $^{(a)}$	I = (حرارة فبراير / 5) ^{1,514}	0.73 = a
مارس	ت = [(7.65) 10 متوسط حرارة مارس (t) / (I) معامل حرارة مارس] $^{(a)}$	I = (حرارة مارس/ 5) ^{1,514}	0.82 = a
أبريل	ت = [(7.21) 10 متوسط حرارة أبريل (t) / (I) معامل حرارة أبريل] $^{(a)}$	I = (حرارة أبريل/ 5) ^{1,514}	0.88 = a
مايو	ت = [(6.91) 10 متوسط حرارة مايو (t) / (I) معامل حرارة مايو] $^{(a)}$	I = (حرارة مايو / 5) ^{1,514}	0.97 = a
يونيو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يونيو (t) / (I) معامل حرارة يونيو] $^{(a)}$	I = (حرارة يونيو / 5) ^{1,514}	1.07 = a
يوليو	ت = [(6.65) 10 متوسط حرارة يوليو (t) / (I) معامل حرارة يوليو] $^{(a)}$	I = (حرارة يوليو / 5) ^{1,514}	1.07 = a
أغسطس	ت = [(6.52) 10 متوسط حرارة أغسطس (t) / (I) معامل حرارة أغسطس] $^{(a)}$	I = (حرارة أغسطس/ 5) ^{1,514}	1.06 = a
سبتمبر	ت = [(6.99) 10 متوسط حرارة سبتمبر (t) / (I) معامل حرارة سبتمبر] $^{(a)}$	I = (حرارة سبتمبر / 5) ^{1,514}	1.07 = a
أكتوبر	ت = [(7.85) 10 متوسط حرارة أكتوبر (t) / (I) معامل حرارة أكتوبر] $^{(a)}$	I = (حرارة أكتوبر / 5) ^{1,514}	0.97 = a
نوفمبر	ت = [(8.12) 10 متوسط حرارة نوفمبر (t) / (I) معامل حرارة نوفمبر] $^{(a)}$	I = (حرارة نوفمبر / 5) ^{1,514}	0.82 = a
ديسمبر	ت = [(7.96) 10 متوسط حرارة ديسمبر (t) / (I) معامل حرارة ديسمبر] $^{(a)}$	I = (حرارة ديسمبر / 5) ^{1,514}	0.75 = a

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه (قسم الهيدرولوجيا).

جدول (٣٧)

معدلات التبخر/النتح الشهرية المحسوبة بمعادلة ثورنثوايت المعدلة في محطات المنطقة الجبلية بعسير.

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
أبها	١٤٤,٦	١٤٩,٢	١٨٠,٥	١٨٨,٣	٢٢٤,٩	٢٦٣,٧	٢٥٩,٧	٢٣١,٠	٢٦٤,٥	٢٤٢,١	١٩٠,٧	١٤٩,٢
أبو جنية	١٥٤,٥	١٧٧,١	٢٣٤,٥	٢٥٢,٩	٣٠٠,٨	٣٦٨,٨	٣٨٢,٣	٣٤٩,٠	٣٥٤,٥	٢٨٩,١	٢٠٧,٤	١٦٤,٠
أدمة	١٤٠,٣	١٥٦,١	١٩٥,٨	٢٠٦,٧	٢٣٩,٨	٢٩٩,١	٣٠٤,٢	٢٧٨,٥	٢٩١,٤	٢٤٣,٥	١٧٩,٩	١٤٨,٩
آل عامر	١٢٠,٢	١٢٤,٧	١٥٤,٧	١٦٨,٠	١٩٧,٩	٢٤٠,٧	٢٤٤,٠	٢٢٧,١	٢٤٩,٢	٢١٦,٣	١٥٦,٤	١٢٦,٣
بني ثور	١٥٠,٦	١٧١,٤	٢٢٣,١	٢٣٨,٦	٢٨١,٣	٣٤٧,٣	٣٥٧,٧	٣٢٦,٧	٣٣٤,٤	٢٧٤,٥	١٩٨,٩	١٥٩,٩
بني مالك	١٣٢,١	١٤٤,٣	١٧٣,٦	١٧٩,٨	٢٠٤,٣	٢٥٨,٩	٢٥٩,١	٢٣٧,٣	٢٥٣,٣	٢١٥,٢	١٦٣,٣	١٤٠,٢
بيشة	٢٤٥,٠	٢٨٥,٣	٤٢٨,٧	٤٩٢,٣	٦٣٩,٤	٦٩٦,٢	٧٣٩,٩	٦٩٥,٧	٦٠٠,٤	٤٩٧,٠	٣٦٤,٢	٢٦٢,٧
بللسمر	١١٩,٤	١٢٤,٤	١٥١,٠	١٦١,١	١٨٦,٩	٢٢٩,٧	٢٣١,٦	٢١٤,٩	٢٣٦,١	٢٠٥,٥	١٥١,٥	١٢٥,٩
تاجر	١١٧,٥	١٢١,٣	١٤٧,٨	١٥٩,٠	١٨٥,٥	٢٢٦,٨	٢٢٨,٨	٢١٢,٩	٢٣٥,٢	٢٠٥,٤	١٥٠,٣	١٢٣,٥
تبالة	٢٠٨,٨	٢٦٩,٨	٣٧٤,٠	٣٩٣,٥	٤٦٠,٤	٥٩٦,٥	٦٠٩,٤	٥٤٢,٧	٥٠٦,١	٣٨٥,٦	٢٨٠,٢	٢٢٣,٧
تثليث	٢٤٦,٧	٣١٥,٦	٤٩٢,٦	٥٤١,٤	٦٨٧,٧	٧٣٥,٧	٨٤٤,٥	٧٥٤,١	٦٦٩,٢	٥٣٣,٧	٣٦٩,٢	٢٥٦,٨
تندحة	١٣٨,٧	١٥٢,١	١٩٦,٩	٢١٣,٨	٢٥٤,٤	٣٠٩,٥	٣١٨,٩	٢٩٣,٨	٣٠٨,٣	٢٥٨,٠	١٨٤,٩	١٤٦,٥
تمنية	١١٧,٥	١٢١,٣	١٤٧,٨	١٥٩,٠	١٨٥,٥	٢٢٦,٨	٢٢٨,٨	٢١٢,٩	٢٣٥,٢	٢٠٥,٤	١٥٠,٣	١٢٣,٥
تنومة	١٢٥,٧	١٣٤,٨	١٦٠,١	١٦٥,٩	١٨٨,٣	٢٣٧,٤	٢٣٧,٢	٢١٨,٠	٢٣٦,١	٢٠٣,٢	١٥٤,٦	١٣٣,٣
الجوف	١٣٣,١	١٤٠,١	١٨٩,٠	٢١٥,٦	٢٦٧,١	٣١٦,٣	٣٢٧,٥	٣٠٥,١	٣٢٦,٤	٢٧٦,٠	١٨٩,٥	١٣٨,٥
الحرجة	١١٩,٥	١١٩,٩	١٥٧,١	١٨٠,٤	٢٢٢,٧	٢٦٥,١	٢٦٩,٣	٢٥٣,٣	٢٨١,٣	٢٤٤,٧	١٦٨,٥	١٢٣,١
الحيفة	٢٠٣,٤	٢٥٧,٨	٣٧٠,٨	٤٠٢,٤	٤٨٦,١	٥٩٩,٣	٦٣٢,٩	٥٦٧,١	٥٣١,٥	٤٠٦,٩	٢٨٦,٥	٢١٧,٥
الحني	١٢٧,٧	١٣٦,٦	١٦٨,٧	١٧٩,٦	٢٠٩,٠	٢٥٧,٧	٢٦١,٣	٢٤١,٣	٢٥٩,٦	٢٢٢,٠	١٦٣,٤	١٣٥,٠
خميس مشيط	١٥٢,٣	١٦٨,٠	١٩٩,٩	٢٠٤,٣	٢٤٩,٤	٢٨٢,٦	٢٨٤,٧	٢٥٢,٣	٢٨٧,٥	٢٧٧,١	٢٠٧,٧	١٦٢,٣
خيبر الجنوب	١٥٥,٤	١٧٧,٥	٢٣٩,٣	٢٦١,٤	٣١٤,٨	٣٨١,٤	٣٩٨,٣	٣٦٤,٣	٣٦٩,٦	٣٠٠,٨	٢١٢,٩	١٦٤,٦
الزهراء	١١٢,٥	١١٤,٩	١٣٥,٥	١٤٣,٢	١٦٤,١	٢٠٢,٦	٢٠٢,٤	١٨٨,٢	٢١٠,٧	١٨٦,٤	١٣٩,٦	١١٨,٤
سراة عبيدة	١٤٩,١	١٤١,٦	١٧٦,٩	١٨٤,٧	٢٢٣,٣	٢٤٨,٤	٢٤٩,٧	٢٣٢,٩	٢٤١,٩	٢٣٨,١	١٨٠,٧	١٤٢,٢
سرلعصان	١٤١,٢	١٤٦,٦	١٧٦,٥	١٧٥,٠	١٩٥,٥	٢٢٢,٦	٢٣٦,٨	٢٢١,١	٢١٧,٦	١٩٨,٩	١٦٣,٠	١٤٢,٥
السودة	٩٨,٣	٩٤,٨	١٠٩,١	١١٧,٥	١٣٤,٩	١٦٤,٦	١٦٢,٠	١٥٣,٠	١٧٩,٠	١٦٤,٦	١٢١,٨	١٠٢,١
سبت العلايا	١٣٩,٦	١٥٥,٩	١٨٩,١	١٩٤,٨	٢٢١,١	٢٨٢,٨	٢٨٢,٧	٢٥٧,٧	٢٧٠,٨	٢٢٧,١	١٧٢,٦	١٤٨,٣
صبح بللحمر	١٢١,٤	١٢٧,٧	١٥٣,٨	١٦٢,٥	١٨٧,١	٢٣١,٨	٢٣٣,١	٢١٥,٧	٢٣٥,٨	٢٠٤,٤	١٥٢,٣	١٢٨,٢
صمخ	١٧٢,٨	٢٠٠,٦	٢٩٥,٩	٣٤٠,١	٤٣٢,٣	٥٠٣,٣	٥٤١,٤	٤٩٤,٦	٤٨٩,١	٣٨٨,٥	٢٦١,٥	١٨١,٩
ظهران الجنوب	١٣٢,٣	١٤٢,٠	١٨٣,١	٢٠٠,٦	٢٣٩,٨	٢٩٠,٠	٢٩٨,٢	٢٧٦,٠	٢٩٤,٠	٢٤٨,٩	١٧٧,٣	١٣٩,٣
عبالة	١١٠,١	١١٠,٧	١٣٢,٩	١٤٣,٦	١٦٧,٢	٢٠٣,٩	٢٠٤,٣	١٩١,٢	٢١٥,٦	١٩١,٦	١٤٠,١	١١٥,٣
علكم	١٢١,٤	١٢٧,٧	١٥٣,٨	١٦٢,٥	١٨٧,١	٢٣١,٨	٢٣٣,١	٢١٥,٧	٢٣٥,٨	٢٠٤,٤	١٥٢,٣	١٢٨,٢
الماوين	١٢٥,٠	١٣١,٧	١٦٥,٤	١٧٩,٦	٢١٢,٢	٢٥٨,١	٢٦٢,٩	٢٤٤,٠	٢٦٤,٤	٢٢٧,١	١٦٣,٨	١٣١,٦
مركز بني عمرو	١٨٨,٧	٢٣٨,٢	٢٨٩,٨	٢٨٤,٥	٣٠٩,٨	٤٥٠,٤	٤١٨,٥	٣٧٠,٦	٣٦٢,٢	٢٨٣,٩	٢٢٤,٢	٢٠١,٠
النماص	١٠٦,٨	١٠٤,٩	١٢٧,٣	١٤٠,٥	١٦٦,٠	٢٠٠,٩	٢٠٠,٦	١٨٩,٠	٢١٦,٠	١٩٣,٧	١٣٨,٨	١١٠,٨
وادي ابن هشبل	١٥٢,٧	١٧٦,٣	٢٢٠,٤	٢٢٨,٠	٢٦٠,٦	٣٣٤,٥	٣٣٦,٣	٣٠٥,٠	٣١١,٩	٢٥٥,٨	١٩٢,٣	١٦٢,٦
يعرى	١٤١,٤	١٥٤,٦	٢٠٧,٠	٢٣٠,١	٢٨٠,١	٣٣٥,١	٣٤٨,٨	٣٢٢,١	٣٣٦,٦	٢٨٠,٢	١٩٥,٩	١٤٨,٨

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا.

ونظراً لعدم توفر البيانات المشار إليها فقد تم تقديرها باتباع الخطوات التالية :

١- اتضح من تحليل قواعد المعلومات أن بيانات الحرارة تتوفر كسلسلة زمنية لعدد سبع محطات من إجمالي محطات منطقة الدراسة.

٢- تتوفر البيانات حول الارتفاع عن سطح البحر والبعد عن الساحل لكل المحطات في منطقة عسير الجبلية.

٣- بافتراض أن هناك علاقة سلوكية بين درجات الحرارة كمتغير تابع والارتفاع عن سطح البحر والبعد عن الساحل كمتغيرات مستقلة تم تطبيق أسلوب الانحدار الخطي المقطعي لتحديد نمط هذه العلاقة بالنسبة للمحطات التي تتوفر فيها البيانات حول درجات الحرارة.

٤- تطبيق معاملات التقدير لمعادلات الانحدار الخطي المقطعي، كما في الخطوة ثالثاً أعلاه، كمؤشرات لتقدير درجات الحرارة في المحطات الأخرى، وذلك حسب ارتفاع كل منها عن سطح البحر وبعدها عن الساحل.

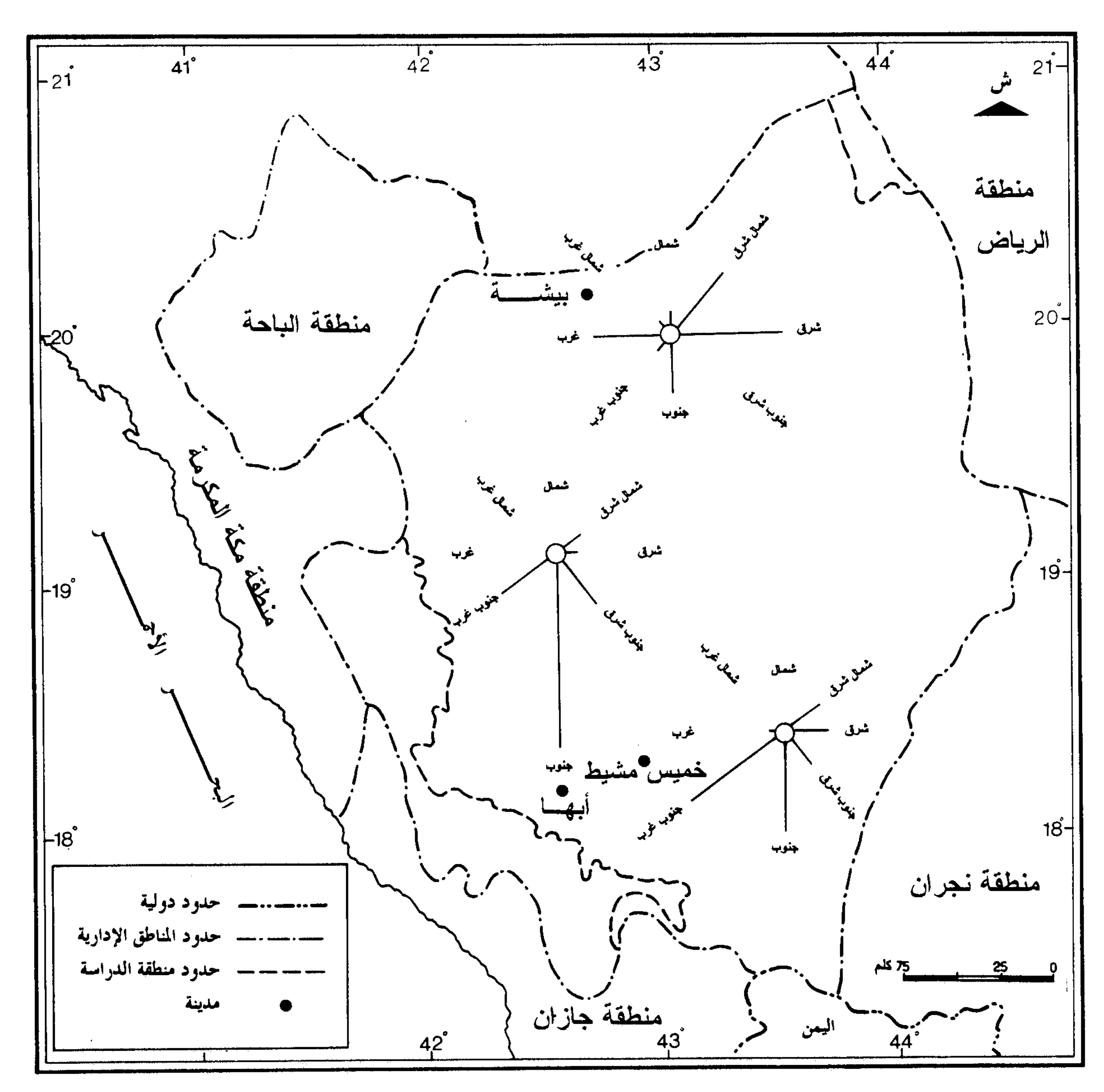
وتجدر الإشارة إلى أن مثل هذا الأسلوب، يمثل في ظل عدم توفر بيانات ضرورية، البديل الثاني المفضل (Second Best Alternative) والذي يوفر بيانات ذات اتساق في تسلسلها وارتباط بالمتغيرات الأخرى.

خامساً – الريــاح.

تتأثر المنطقة الجبلية بعسير كباقي مناطق المملكة العربية السعودية، بعدة مراكز للعمل رئيسة وثابتة للضغط المرتفع والمنخفض في فصول السنة المختلفة كما ذكر في الفصل الثاني، ولكن يظل تأثرها بالمنخفض المتوسط الشرقي الحركي كثيراً في فصل الشتاء فتتعرض لتيارات الكتلة الهوائية الشمالية شبه القطبية الباردة والمدارية الحارة، فيكون اتجاه التيارات الهوائية على المملكة بما فيها عسير في هذا الفصل بين شمالية وشمالية غربية وغربية على منطقة المرتفعات وشمالية شرقية على منطقة الهضبة الشرقية. أما في فصل الصيف فتتعرض إلى التيارات الهوائية الشمالية الشرقية والجنوبية الغربية الموسمية بسبب سيطرة المنخفض العربي وقربها من منخفض الهند الموسمي والمنخفض الأفريقي. أما في فصلي الانتقال الربيع والخريف فتعود المنطقة إلى تأثرها بمنخفض المتوسط الشرقي الديناميكي ومنخفض السودان الحراري وهذان المنخفضان يعرضانها إلى التيارات الهوائية الشمالية الغربية والجنوبية والجنوبية الشرقية المثيرة للغبار على الأطراف الشرقية في هضبة عسير والجنوبية الغربية على جنوب البحر الأحمر شكل (٤٨).

شكل(٤٨)

اتجاهات الرياح في الأراضي الجبلية في عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الرئاسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ ـ ١٩٩٧م.

العلاقة بين معدل سرعة الرياح ومعدل التبخر الشهري.

تتــباين تأثيــرات ســرعة الرياح على التغيرات الشهرية للتبخر من محطة لأخرى كما تــبرزه العــلاقــة الموجــودة بين هــذين العنصــرين، وتتلخص أهــم هذه التباينات فيما يلي جدول (٣٨) يوضح سرعة الرياح في محطات المنطقة الجبلية بعسير.

١- تتراوح المعدلات الشهرية لسرعة الرياح في المحطات المناخية بين ٣,٦ كم/ساعة في شهر ديسمبر في محطة بيشة وبين ١٥,٨ كم/ساعة في شهر مارس في محطة سراة عبيدة.

٢- تبلــغ معــدلات ســرعة الرياح الشهرية العظمى ٩,١ كم/ساعة في محطــة أبهــا خلال شــهر فبرايــر ومــارس و٥,٥ كم/ســـاعة في محطــة بيشــة و٧,٣ كم/ساعة في محطة خميس مشيط و١٥,٨ كم/ساعة في محطة سراة عبيدة في شهر مارس.

٣- تبلغ معــدلات ســرعة الريــاح الشــهرية الصغرى ٥,١ كم/ساعة في محطة أبها و ٤,١ كم/ساعة في محطة خميس مشــيط خلال شــهر نوفمــبر و٣,٦ كم/ساعة في محطة بيشة خلال شهر ديسمبر١٠,٢ كم/ساعة في محطة سراة عبيدة خلال شهر أغسطس.

٤- يمثل شهر مارس أول شهور الربيع الذي تبدأ فيه درجات الحرارة بالارتفاع عن سابقه وتأثر المنطقة بمنخفضي المتوسط الشرقي الحركي ومنخفض السودان الحراري، الأمر الذي يعرض المنطقة إلى ظاهرة عدم الاستقرار الجوي في حالة تزامنهما، فتنشط التيارات الهوائية التي تؤدي إلى زيــادة ســرعة الريــاح حيث يمــثل هذا الشــهر أعلى سرعة للرياح في المحطات المناخية سراة عبيــدة وأبهــا وخميس مشــيط وبيشــة.

٥- تمتد الفترة التي تتميز بمعدلات شهرية لسرعة الرياح تزيد عن المعدل الشهري للسنة إلى ٤ شهور من شهر يناير إلى شهر أبريل بمحطة أبها، و٨ شهور من شهر فبراير إلى شــهر أكتوبر بمحطة بيشة، ويستثنى من ذلك شهر يونيو، و٥ شهور من شهر يناير إلى شــهر أبريل بالإضافة لشهر سبتمبر بمحطة خميس مشيط، و٦ شهور من شهر يناير إلى شــهر أبريل بالإضــافة إلى شهري سبتمبر وأكتوبر بمحطة سراة عبيدة.

جدول (٣٨)

المعدلات الشهرية لسرعة الرياح (كم/ساعة) في المحطات المناخية ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م

المحطة	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي
أبها	٧,٩	٩,١	٩,١	٧,٠	٦,١	٦,٠	٦,٥	٥,٩	٥,٩	٥,٧	٥,١	٦,٥	٦,٧
بيشـــــــة	٤,٢	٤,٩	٥,٥	٥,٤	٤,٩	٤,٣	٥,١	٤,٩	٥,٠	٥,٤	٤,٢	٣,٦	٤,٨
خميس مشيط	٦,٤	٧,١	٧,٣	٥,٩	٥,٣	٥,٢	٥,٦	٥,٢	٦,٠	٥,١	٤,١	٥,٢	٥,٧
سراة عبيدة	١٢,٩	١٥,١	١٥,٨	١٣,٤	١١,٥	١٠,٨	١٠,٩	١٠,٢	١٢,٦	١٤,١	١١,٣	١١,٣	١٢,٥

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة المياه (قسم الهيدرولوجيا) والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

٦- يتـــباين معدل سرعة الرياح الشهرية العظمى في المحطات المناخية مع معدلات التبخر الشهرية العظمى بنفس المحطات ما عدا محطة سراة عبيدة فتتوافق سرعة الرياح العظمى مع معدلات التبخر العظمى.

٧- تتوافق سرعة الرياح الشهرية الصغرى نوعاً ما مع معدلات التبخر الصغرى في الأشهر الباردة (ديسمبر) في محطة بيشة.

٨- تتأثر معدلات التبخر الشهرية بسرعة الرياح بدرجات متفاوتة كما تدل عليه العلاقة التي تتراوح بين ٠,١٥٩ بمحطة سراة عبيدة و٠,٣٤٧٨ بمحطة بيشة أشكال (٤٩-٥٢) على التوالي.

٩- رغم توافق سرعة الرياح الشهرية العظمى مع معدلات التبخر الشهرية العظمى في محطة سراة عبيدة إلا أن العلاقة بينهما ضعيفة، مما يدل على تأثر معدلات التبخر بعوامل أخرى غير الرياح.

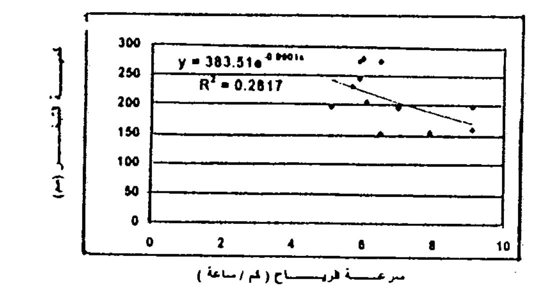
١٠- تتقارب العلاقة بين سرعة الرياح الشهرية ومعدل التبخر الشهري في محطتي خميس مشيط وأبها ، حيث كانت على التوالي ٠,٢٩٨٦ و٠,٢٨١٧.

ويتضـــح مما تقدم أن تأثير الرياح على النبات يختلف تبعاً لشدة الرياح من جهة ومدى حساســـيته من جهة أخرى، وللرياح تأثير مباشر في تغيير العناصر المناخية كالحرارة والرطوبة وقـــد يكون هذا التأثير في صالح النبات أو قد يجلب له الضرر، فالرياح الشديدة تعمل على زيادة سرعة التبخر بشكل مباشر وعلى النتح بشكل غير مباشر من خلال العلاقة العكسية بين الرطوبة النســـبية ودرجـــة الحرارة ومن ثم علاقة هذه الأخيرة بالنتح، لأنه تقل سرعة النتح كلما ارتفعت كميـــة الـــرطوبة النســـبية في الهواء المحيط وبالتالي يتعرض سطح التربة للجفاف ونقص في المحتوى الرطوبي ويزداد في النبات الاحتياج المائي اللازم لبناء أنسجته والقيام بوظائفه الحيوية وبســـبب زيـــادة معـــدل النتح ينخفض معدل البناء الضوئي للنبات، وفي حالة عدم توفر الحاجة المائيـــة للنـــبات يتوقف عن النمو ويموت، ولا يقتصر أثر الرياح السلبي على النواحي الشكلية والفسيولوجية وإنما له دور إيجابي في نقل البذور وحبوب اللقاح ودفع السحب من مناطق التبخر إلى مناطـــق سقوط الأمطار وهذه الأخيرة ترتبط كمياتها باتجاه الرياح الرطبة. الشلش، (١٩٨٢ م).

ويلاحـــظ ذلك في جبال السروات التي تعترض مسار الرياح الموسمية الجنوبية الغربية الرطـــبة فتضـــطر للارتفـــاع حيـــث يبرد الهواء الرطب ويتكاثف وتسقط الأمطار بغزارة على المـــنطقة. وفـــي المقابل سجلت محطات جبال السروات معدلات لدرجات الحرارة والتبخر/النتح منخفضة ومعدلات للرطوبة النسبية مرتفعة مقارنة بمحطات منطقة الهضبة الداخلية.

شكل(٤٩)

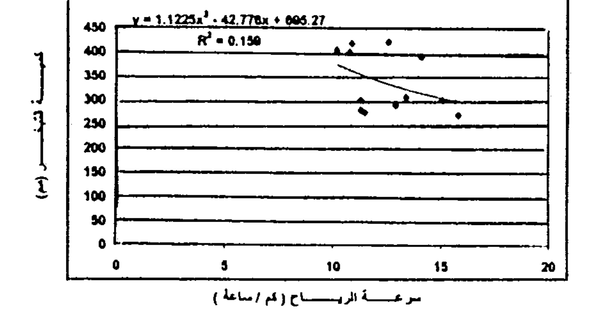
العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة أبها.



كمية التبخر (مم) = $383,51e^{-0,0901}$ (سرعة الرياح)

شكل(٥٠)

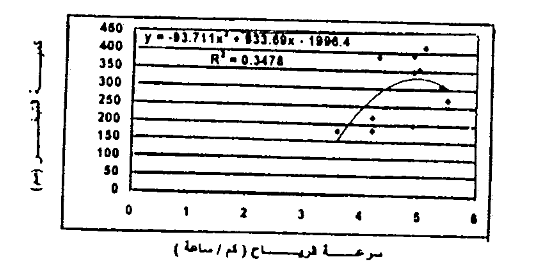
العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة سراة عبيدة.



كمية التبخر (مم) = 1.1225 (سرعة الرياح)^2 + 42.776 (سرعة الرياح) + 695.27

شكل (٥١)

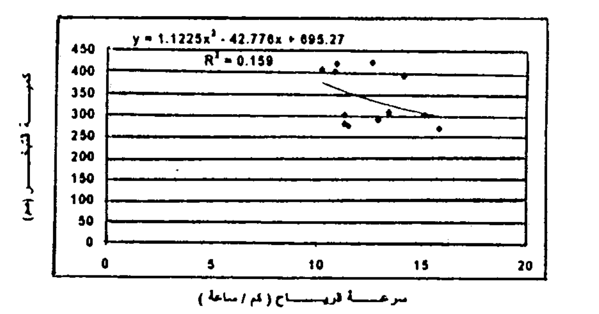
العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة بيشة.



كمية التبخر (مم) = 93.711 - (سرعة الرياح)^2 + 933.69 (سرعة الرياح) - 1996.4

شكل(٥٢)

العلاقة بين معدل التبخر الشهري وسرعة الرياح الشهرية في محطة خميس مشيط.



كمية التبخر (مم) = 84.041 - (سرعة الرياح)^2 + 937.27 (سرعة الرياح) - 2221.7

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة للفترة ١٩٧٠ – ١٩٩٧ م.

الفصل الرابع

الأمطار والعوامل المؤثرة في تغيراتها الزمنية والمكانية في الأراضي الجبلية بعسير

أولاً - السمات المناخية العامة للأمطـــار.

يُعد الهطول بجميع أنواعه وخاصة الأمطار من أهم عناصر المناخ التي يجب أن توجه إليهـــا عـــناية خاصـــة لأهميتها الكبرى بالنسبة لكافة أشكال الحياة، فضلاً عن دورها في تشكيل الوســـط الطـــبيعي الحيوي وما عليه من أنظمة بيئية متعددة، هذا بالإضافة إلى تأثيرها المباشر على حياة الإنسان وأنشطته المختلفة.

وتُعـــد الأمطار من أهم مظاهر الهطول في جميع الأقاليم المناخية لأنها مصدر أساسي لـــتغذية المصـــادر المائية السطحية والجوفية على سطح الأرض، والمطر هو سقوط بخار الماء مـــن مســـتوى التكاثف قاعدة الغيوم نحو الأرض بسبب انخفاض درجة حرارة الهواء على شكل ذرات مائيـــة صـــغيرة تتكون منها السحب، فإذا ما وصلت إلى مستويات أشد برودة أخذت تلك الـــذرات المائيـــة في التجمع والالتحام حول نوى التكاثف، فيزداد حجمها ووزنها ويصعب على الهـــواء حملها، فتبدأ بالهطول نحو الأرض على شكل مطر إذا كانت درجة حرارة الهواء أعلى من الصفر، وعلى شكل ثلج إذا كانت درجة حرارة الهواء دون الصفر.

ويختـــلف المطـــر من حيث غزارته وكميته من وقت لآخر ومن مكان لآخر تبعاً لعدة عوامل. وهناك شرطان رئيسيان لسقوط الأمطار هما :

١ - أن يكـــون الهواء محملاً بكمية مناسبة من بخار الماء وكلما زادت هذه الكمية ساعد ذلك على زيادة كمية المطر.

٢ - أن يتصـــاعد الهواء إلى أعلى محققاً آلية التغير الأدياباتيكي لدرجة حرارته إلى ما دون نقطـــة الـــندى، حيث يبدأ يتكاثف بخار الماء حول نوى صلبة متعددة الأحجام والأشكال والأنـــواع عـــلى شكل سحب ثم يسقط على هيئة مطر أو ثلج أو برد أو غيره، ويصعد الهواء إلى أعلى نتيجة لثلاثة عوامل رئيسة هي :

أ- تصـــاعد الحمل الحـــــراري (Convectional Activity) وينجم عن التسخين الشـــديد لســـطح الأرض والهواء الملامس له مما يجعل الهواء يتمدد بسبب قلة كثافته ويصعد نحو الأعلى على شكل تيارات هوائية صاعدة فيبرد ويتكاثف.

ب- التصاعد التضاريسي أو المجبر (Orographic Up Lift) ويحدث بسبب اعتراض الحواجز الجبلية المرتفعة طريق الكتلة الهوائية الرطبة مما يجبرها على الصعود نحو الأعلى فتبرد وتتكاثف.

ج- التصاعد الجبهي (Frontal Up Lift) ويتم بسبب التقاء كتلتين هوائيتين متضادتين في الاتجاه ومتناقضتين في المميزات الحرارية والرطوبية، مما يجعل الكتلة الحارة والأخف كثافة تصعد نحو الأعلى فتبرد وتتكاثف.

وعلى أساس هذه العوامل الثلاثة تنقسم الأمطار إلى ثلاثة أنواع هي :

- أمطار الحمل الحرارية.
- أمطار التضاريس (أمطار التصاعد المجبر).
- الأمطار الديناميكية (الأمطار الاضطرابية).شرف،(١٩٧٤م)، نعمان (١٩٨٨م).

ورغم أن كلاً من هذه الأنواع له أسبابه ومميزاته الخاصة فإن أياً منها لا يظهر مستقلاً تماماً عن النوعين الآخرين، وكثيراً ما يوجد أكثر من نوع واحد في المنطقة الواحدة، فالأمطار هي نتيجة لعمل العوامل الثلاثة المجتمعة معاً والتي بدورها تعمل على رفع الهواء. وعليه كان من الصعب أحياناً فصل الأمطار التضاريسية عن الأمطار الديناميكية أو حتى عن أمطار الحمل الحراري ، فإذا كانت التضاريس عاملاً ينشط حركة صعود الهواء إلى أعلى القمم الجبلية فإن النشاط الحملاني عند أقدام الجبال يرتبط بارتفاع الحرارة المتزايدة ، كما أن المناطق المنخفضة هي الأكثر تفضيلاً لتيارات المنخفضات الجبهية أثناء تحركها. وعليه يمكن القول: إن أمطار منطقة عسير ما هي إلا محصلة مزدوجة لفعل الأمطار الديناميكية والتضاريسية معاً في فصلي الشتاء والربيع لخضوع المنطقة لتأثير الاضطرابات الجوية التي تسود شرق منطقة البحر الأبيض المتوسط ، والأمطار التضاريسية و الحملانية معاً نتيجة حدة تصاعد التيارات الهوائية الساخنة في فصل الصيف.

ثانياً - العوامل المؤثرة في توزيع الأمطار.

يختلف سقوط الأمطار من منطقة لأخرى بالمنطقة الجبلية بعسير، ويرجع السبب في ذلك لتضافر العوامل الجغرافية والمحلية مع العناصر المناخية الديناميكية الفاعلة في نشوء الأمطار، وليس مهماً فقط احتواء الهواء على بخار الماء، ولكن المهم أيضاً وجود آلية ينتج عنها رفع ذلك الهواء إلى أعلى في طبقة التروبوسفير سواء كان ذلك الرفع تضاريسياً أو تصاعدياً بالتسخين أو ديناميكياً. وكما تؤثر الأمطار في سطح الأرض وحياة الكائن الحي الذي يعيش فوق هذا السطح فهي بدورها تتأثر بعوامل مختلفة تعمل جميعاً على رسم الصورة التي تتسم بها ومن هذه العوامل :

الارتفاع عن سطح البحر.

يساعد عامل الارتفاع عن سطح البحر في المناطق الجبلية على زيادة سقوط الأمطار، بسـبب اعـتراض السلاسـل الجبـلية للتيارات الهوائية ، التي تضطرها للارتفاع نحو الأعلى فتـنخفض درجة حرارتها وتبرد ويتكاثف ما بها من بخار الماء. ولا ترجع زيادة الأمطار على هـذه المـرتفعات الجبـلية إلى كـون الجبال عوارض طبوغرافية فحسب بل يترتب على ذلك الاصـطدام تفاعل مجموعة من العوامل التي تساعد على غزارة الأمطـار شحادة، (١٩٨٨م)، منها :

أ - بدايـة نشـاط تيارات التصاعد المجبر يؤدي إلى تهيج التيارات وعدم استقرارها وزيادة حدتها.

ب- تجمـع الـرياح في الأودية والأحواض واتخاذها مساراً للتصاعد المجبر مما يؤدي إلى عدم استقرارها وزيادة سرعتها.

ج- تحقـق الآليـة الأديباتيكيـة في درجة حرارة الهواء المتصاعد، مما يزيد من طول مدة تعـرض المـرتفعات للأمطار بسبب إعاقتها لحركة التيارات الرطبة من التقدم، وبالتالي توفير رطوبة عالية.

وتـزداد كميـات الأمطـار التضاريسـية فوق المناطق الجبلية على السفوح المواجهة (الجوانـب المعرّضـة أو الأمامية) للتيارات الهوائية الصاعدة، وتستمر عملية تزايد في كميات الأمطـار مـع زيـادة الارتفاع حتى تبدأ في الانخفاض فوق الأجزاء العليا من الجبال، لكونها وصـلت مسـتوى الهطـول الأعظم، وهو المستوى الذي تبدأ فيه الأمطار بالانخفاض، ويرجع السـبب فـي ذلـك إلى أن الرياح المتصاعدة تفقد معظم حمولتها من بخار الماء فوق الأجزاء السـفلى والوسطى من حواف الجبال، وبالتالي تصل إلى المواقع العليا وهي أقل رطوبة. أما في السـفوح المظاهرة (الجوانب الخلفية – مناطق ظل المطر) فإن كمية الأمطار تكون قليلة مقارنة بالجوانب الأمامية المواجهة للتيارات، ويعود السبب في ذلك إلى عاملين أساسيين هما :

١- إن الـتيارات الهوائيـة الرطـبة تفقد معظم حمولتها من بخار الماء أثناء صعودها على الحواف الأمامية قبل وصولها إلى الحواف الخلفية.

٢- إن الـتيارات الهوائيـة فوق الحواف الخلفية تكون في حالة هبوط نحو سطح الأرض، وبالـتالي فهي تتعرض إلى عملية تسخين أدياباتي يزداد حدة كلما ازدادت تلك التيارات قـرباً من سطح الأرض. ونتيجة لارتفاع حرارة الهواء الهابط تنخفض رطوبته النسبية، وبالـتالي يصـبح جافاً ، مما يفسر جزئياً ظاهرة انخفاض كميات الأمطار وتقطّع غطاء الغيوم فوق الحواف الخلفية للمناطق الجبلية التوم، (١٩٨٦م).

وتقف السروات بمنطقة عسير كحاجز مانع لتوغل تأثيرات التيارات الجنوبية والجنوبية الغــربية الرطبة نحو الداخل، وتمتد بشكل عمودي على اتجاه التيارات الهوائية بارتفاعات تزيد بعــض قممها عن ٣٠٠٠ م مما يضطر التيارات الهوائية للارتفاع إلى الأعلى وتفريغ حمولتها عــلى السفوح الغربية وحرمان السفوح الشرقية من هذه التأثيرات لوجودها في المواقع المظاهرة (الخلفية) التي زادت من جفافها. وعاملا الارتفاع والامتداد للتضاريس بشكل عمودي على اتجاه الــتيارات الغــربية الرطبة جعلا السفوح الغربية تحتل المركز الأول في كميات الأمطار بالنسبة لمــنطقة جبال السروات خاصة، ولمناطق المملكة بصفة عامة. ولكن يُعد عامل الارتفاع من أهم العوامــل المؤثرة في كميات الأمطار حيث توجد علاقة ارتباط واضحة بين زيادة ونقص المعدل السنوي للأمطار مع المرتفعات. جدول (٣) الشكلان (٦-٧).

القرب والبعد عن المسطحات المائية.

تــزداد كميــات الأمطار في المناطق القريبة من المسطحات المائية بأنواعها، وذلك لــرطوبة الهواء في المناطق القريبة من المسطحات المائية أكثر من رطوبة الهواء في المناطق الــبعيدة القاريــة. وللمســطحات المائيــة بأنواعها دور في تفسير اختلاف معدلات الأمطار من ناحيتين هما :

أ- المســافة الفعلية من البحر، فكلما بعدنا عن البحر قل تأثير البحر، وذلك يعني الابتعاد عن مصدر الرطوبة.

ب- الــتيارات الــبحرية، إن للتيارات البحرية الدافئة تأثيراً إيجابياً على إمكانات الهطول، بينما للــتيارات الــبحرية الــباردة تأثيــر سلبي بسبب انخفاض درجة حرارتها وقلة رطوبتها، وعمومــاً تقــل آثــار تــلك التيارات بنوعيها كلما بعدت المنطقة عن سواحل المسطحات المائيــة. ويُعد البحر الأحمر والخليج العربي وبحر العرب بالنسبة لمنطقة عسير مصادر لــلرطوبة ذات تأثير محدود يقتصر تأثيرها على المناطق الساحلية المجاورة لها، في حين نجــد أن أكثر المسطحات المائية تأثيراً في رطوبة المنطقة هي المسطحات المائية البعيدة عــنها كالــبحر الأبيــض المتوســط فهــو مصدر رئيسي لتزويد الكتلة الهوائية المرافقة للمنخفضــات الجويــة (الكتل شبه القطبية والمدارية القارية) بالرطوبة أثناء مرورها على مياهــه الدافــئة. والمحيــط الهندي الذي يقوم بتزويد التيارات الهوائية الجنوبية والجنوبية الغربية بكميات كبيرة من الرطوبة. وعليه توجد علاقة ارتباط واضحة بين كمية الأمطار ومصــادر الرطوبة، لأنها تُعد من العوامل المؤثرة في كمية الأمطار وهي علاقة عكسية ثابتة بين المسافة من البحر وإمكانات التساقط، حيث تزيد كمية الأمطار كلما قلت المسافة عــن مصــدر الرطوبة بالنسبة لمعدلات الأمطار المطلقة والعكس صحيح، وهذه العلاقة

تحتل المركز الثاني بعد الارتفاع في التأثير على كميات الأمطار. جدول (٣) والشكلان (٨-٩).

أنوع التيارات الهوائية.

إن للتيارات الهوائية إسهاماً في إيجاد التباين الملحوظ داخل منطقة عسير الجبلية لاسيما بين مناطق السروات والهضبة الداخلية، فالتيارات الهوائية التي تهب من داخل القارات هي عادة تيارات جافة، وهذا ما تتعرض له هضبة عسير بسبب الكتل الهوائية الشمالية الشرقية الجافة صيفاً وشتاءً، مما جعل محطاتها تسجل أقل كميات من الأمطار، بينما التيارات التي تهب من فوق البحار هي تيارات رطبة تحتوي على إمكانات ذاتية لإحداث الهطول، كما أن التيارات التي تهب من بحار دافئة أكثر رطوبة من التيارات التي تهب من بحار باردة. وتتعرض المنطقة الجبلية بعسير للتيارات الهوائية الشمالية الغربية في فصل الشتاء القادمة من البحر الأبيض المتوسط والتيارات الجنوبية الغربية الرطبة في فصل الصيف القادمة من النطاق الاستوائي، ويكون اتجاه التيارات في فصل الشتاء في وضع قريب من التعامد مع امتداد السروات بمنطقة عسير أما في فصل الصيف فيكون اتجاه التيارات متعامداً مع امتداد السروات وهذا بدوره يؤثر في كمية الأمطار.

درجة الحرارة.

تساعد درجة الحرارة بطبيعة الحال على زيادة حدة نشاط التيارات الهوائية الصاعدة محلياً، في الأماكن ذات الارتفاع القليل في المنطقة الجبلية بعسير ويزداد هذا النشاط عادة كلما ارتفعت مستويات الحرارة بشكل تدريجي في فصل الربيع وبشدة في فصل الصيف في المناطق المنخفضة في المنطقة الجبلية بعسير. علاوة على دور الحرارة في زيادة نسبة التبخر من المسطحات المائية، كما يساعد الغطاء النباتي والتربة على زيادة معدل الرطوبة الجوية وبالتالي تساعد على إمكانات حدوث مختلف مظاهر التساقط بالمنطقة .

ثالثاً - التغيرات الزمنية والمكانية للأمطار.

يتباين توزيع الأمطار بشكل واضح بين محطات المنطقة الجبلية بعسير، كما تعكسه المعدلات السنوية والفصلية والشهرية. وتعزى هذه التباينات لأكثر من عامل يؤثر في التوزيع المكاني للأمطار، ولا سيما عامل الارتفاع وموقع المحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار بالنسبة للسفوح المواجهة لتأثيرات التيارات الرطبة. ويغلب على توزيع الأمطار، بصورة عامة، الطابع الفصلي بحيث كثيراً ما يتردد الفصل الجاف الذي لا تسقط فيه الأمطار إطلاقاً على المنطقة.

التغيرات السنوية للأمطار.

تختـلف المعـدلات السنوية للأمطار من محطة لأخرى بين منطقة السروات والهضبة الداخـلية. وتتزايد المعدلات السنوية بين محطات أعالي منطقة السروات والمحطات التي تقع في السفوح المواجهة لتأثير الرياح الجنوبية الغربية والشمالية الغربية الرطبة، وقد يعزى هذا التباين لعامـلي الارتفاع وتأثير الرياح الرطبة، بينما نجد أن المعدلات السنوية للأمطار تنخفض بشكل كبير كلما اتجهنا نحو الشرق ومنطقة الهضبة الداخلية ، نظراً لانعدام تأثير العاملين المذكورين. وقـد يصاحب هبوب الرياح الجنوبية الغربية على السفوح الشرقية ارتفاع في معدلات الأمطار لبعض المحطات بسبب تباين التضاريس فيها، مما يجعلها تستفيد جزئياً من تأثيرات تلك الرياح. ويتضـمن الـتوزيع السـنوي لقيم معدلات الأمطار خمس فئات، وقد اعتمدنا في تصنيف فئات المحطات السنوية على معيارين مهمين هما:

١- الـترتيب التـنازلي لمعـدلات الأمطار الممثلة في المعدل السنوي المطلق للأمطار (مم)، المعـدل السـنوي الفعلي للأمطار (مم)، الأمطار السنوية القصوى (مم)، الأمطار السنوية الصغرى (مم) ملحق (هـ).

٢- مقيـاس التمثيل البياني المتجانس للحصول على مقارنة دقيقة لكل المحطات (٣٥ محطة) ولكل المتغيرات السابقة، وقد تم استخدام هذين المعيارين في آن واحد للحصول على فئات المحطات المذكورة بيانياً شكل (٥٣).

الفئة الأولى:

وتتشـكل من (٩) محطات : هي النماص وتمنية والسودة وبللسمر وسر لعصان وعلكم وآل عامر وأبها وخميس مشيط جدول (٣٩) وتتميز محطات هذه الفئة بالآتي :

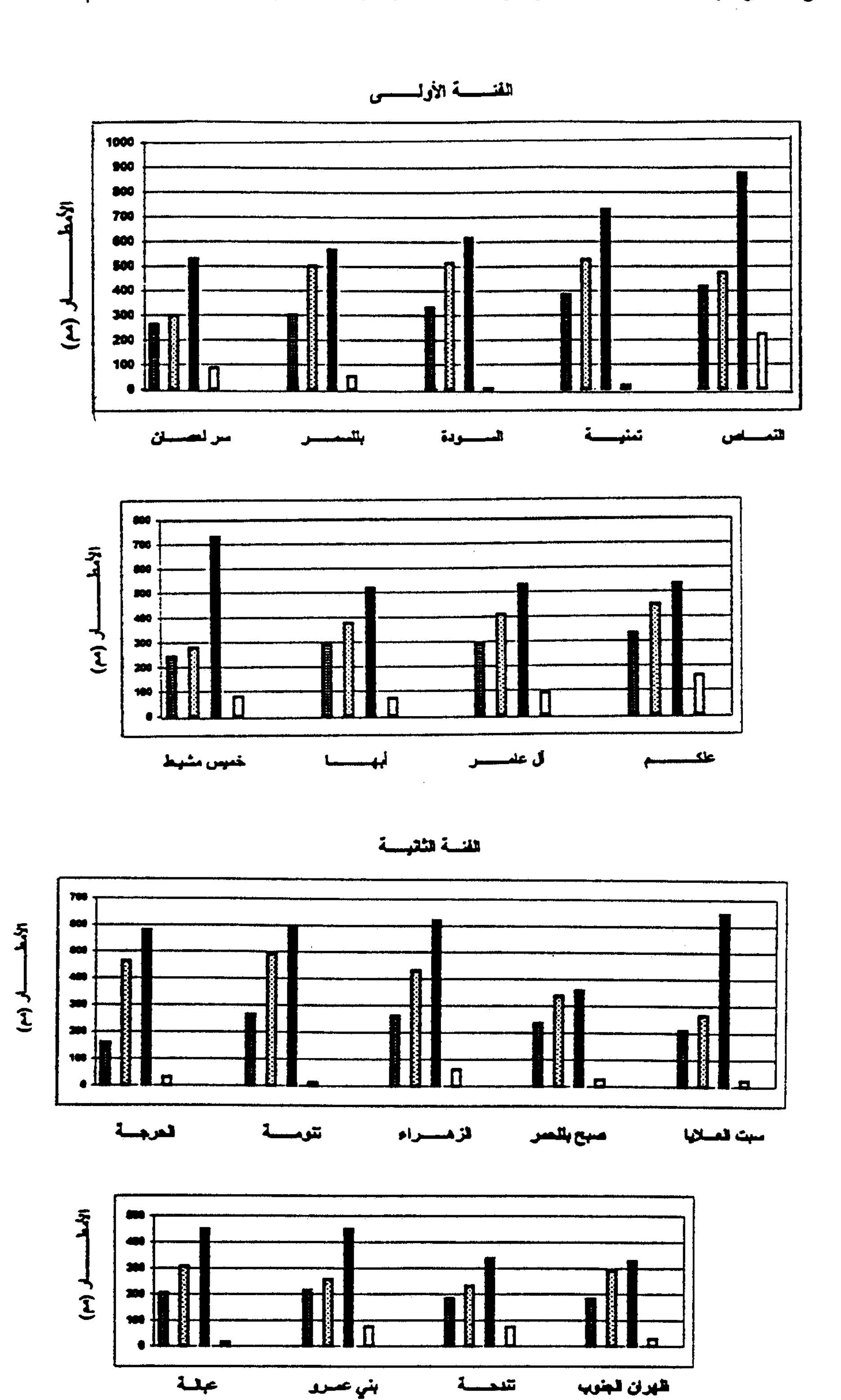
أ - معـدلات سنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ٤١٨,٣ مم في النماص و ٢٤٣,٤ مم في خميس مشيط.

ب- معدلات سنوية فعلية للأمطار تتراوح بين ٥٣٤,٨ مم في تمنية و٢٧٨,٣ مم في خميس مشيط.

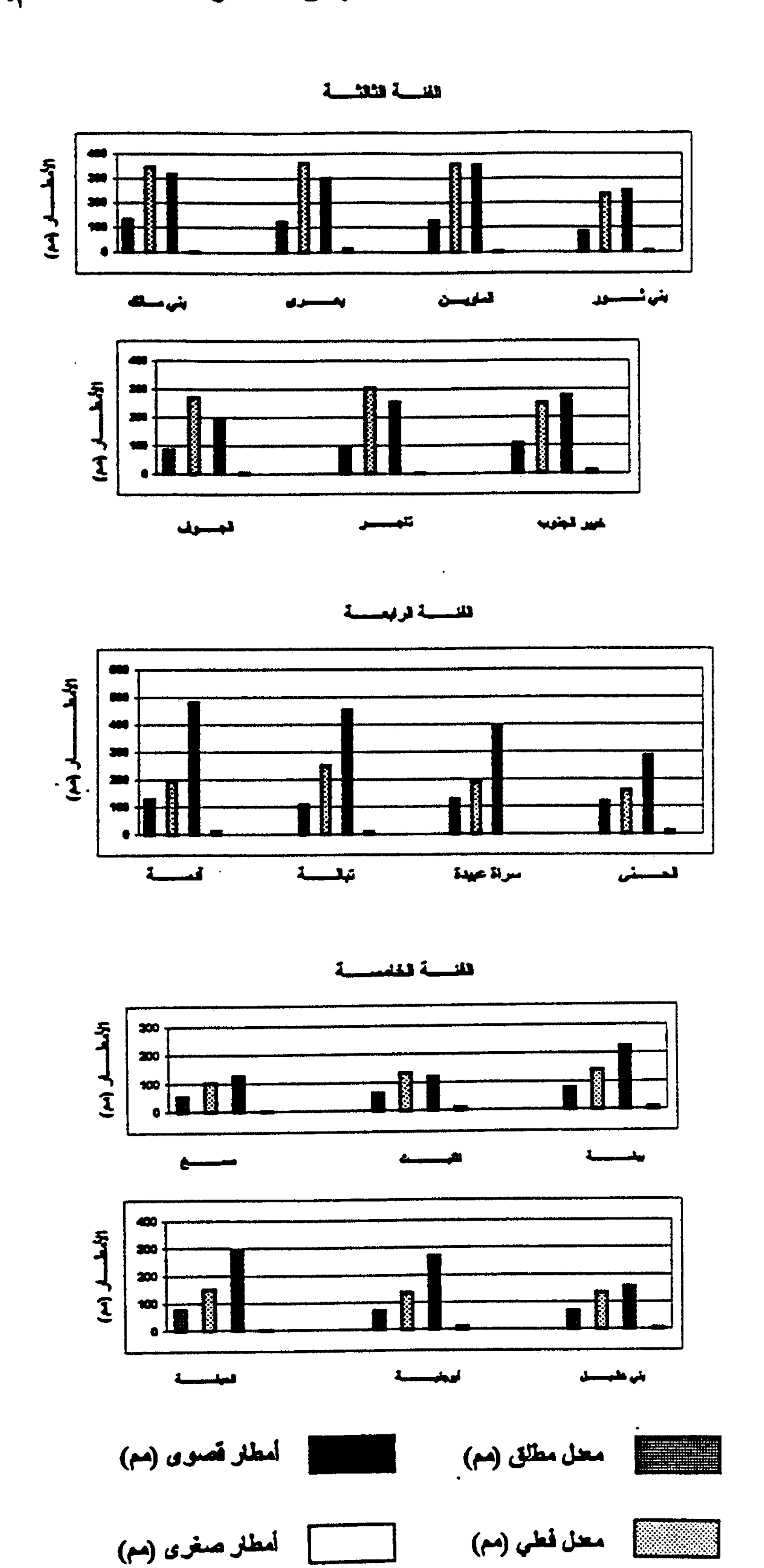
ج- أمطـار سنوية قصوى تتراوح بين ٨٧٦,٠ مم سجلت في عام ١٩٩٥م بمحطة النماص و ٥١٩,٥ مم سجلت في عام ١٩٨٥م بمحطة أبها.

شكل (٥٣)

تغيرات الأمطار السنوية القصوى والصغرى ومعدلات الأمطار المطلقة والفعلية بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.



تابع شكل (٥٣)
تغيرات الأمطار السنوية القصوى والصغرى ومعدلات الأمطار المطلقة والفعلية بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

جدول (٣٩)

تغيرات معدل الأمطار للفئات السنوية في محطات المنطقة الجبلية بعسير

١٩٧٠ ـــ ١٩٩٧م

أنواع الفئات	عدد المحطات	المعدل السنوي المطلق (مم)	المعدل السنوي الفعلي (مم)	الأمطار السنوية القصوى (مم)	الأمطار السنوية الصغرى (مم)
الفئة الأولى	٩	٤١٨،٣ (النماص) ٢٤٣،٤ (خ.مشيط)	٥٣٤،٨ (تمنية) ٢٧٨،٣ (خ.مشيط)	٨٧٦،٠ (النماص – ١٩٩٥) ٥١٩،٥ (أبها – ١٩٨٥)	٢٢٥،٢ (النماص – ١٩٨١) ٢،٦ (السودة – ١٩٨٤)
الفئة الثانية	٩	٢٦٤،٧ (تنومة) ١٦١،١ (الحرجة)	٤٩٢،١ (تنومة) ٢٣٠،٧ (تندحة)	٦٤٦،٦ (سبت لعلايا – ١٩٧٥) ٣٢٧،٣ (ظ. الجنوب – ١٩٩٢)	٧٦،٨ (بني عمرو – ١٩٨٨) ١٦،٠ (عبالة – ١٩٩٢)
الفئة الثالثة	٧	١٣١،٣ (بني مالك) ٨٠،٩ (بني ثور)	٣٦٢،٥ (يعرى) ٢٣٥،٠ (بني ثور)	٣٥٢،٩ (الماوين – ١٩٧٦) ١٩٧،١ (الجوف – ١٩٨٦)	١٥،٥ (يعرى – ١٩٧٠) ١،٢ (تاجر – بني ثور ١٩٧٧)
الفئة الرابعة	٤	١٣٨،١ (أدمة) ١٠٨،٤ (تبالة)	٢٥١،٨ (تبالة) ١٥٩،٤ (الحني)	٤٨٢،٨ (أدمة – ١٩٨٩) ٢٨٦،٥ (الحني – ١٩٩٧)	١٣،٨ (الحني – ١٩٩٦) ٠،٢ (سراة عبيدة – ١٩٩١)
الفئة الخامسة	٦	٧٨،١ (بيشة) ٥٤،٢ (صمخ)	١٥٠،٤ (الحيفة) ١٠٤،٦ (صمخ)	٢٩٣،٠ (الحيفة – ١٩٧٥) ١٢٠،٢ (تثليث – ١٩٧٧)	١٢،٦ (تثليث – ١٩٧٣) ١،٠ (صمخ – ١٩٩٣)

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

د- أمطـار سـنوية صـغرى تـتراوح بين ٢٢٥,٢ مم سجلت في عام ١٩٨١م بمحطة النماص و٢,٦ مم سجلت في عام ١٩٨٤م بمحطة السودة.

وتـتأثر معـدلات أمطار محطات هذه الفئة بعامل الارتفاع الذي يتراوح بين ٢٨٢٠ م فـي محطة السودة و ٢٠٩٥م في خميس مشيط وبعامل البعد عن البحر الذي يتراوح بين ١٣٨ كـم في خميس مشيط وآل عامر و٩٥كم في السودة، وبعامل موقع هذه المحطات الموجودة على السـفوح الشـمالية والشرقية ما عدا محطتي تمنية والنماص اللتين تقعان على السفوح الجنوبية والغـربية عـلى الـتوالي المواجهـة للرياح الرطبة الجنوبية الغربية، والمتميزة بزيادة في القيم العظمى لمعدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية والأمطار السنوية القصوى.

ويلاحـظ أن محطـات هـذه الفئة تقع قريبة من بعضها في الجنوب الغربي بمنطقة عسـير عدا محطتي بللسمر والنماص، وعلى ارتفاعات متقاربة جداً عدا محطة السودة، وكذلك عـلى بعد متماثل بالنسـبة لخط السـاحل على السـفوح الشمالية والشرقية. وبالنظر إلى جدول (٤٠) نجـد أن معـدل نقص الأمطار عـن المعـدل السنوي المطلق بالنسبة لهذه الفئة أقل من (٥٠%) ويـتراوح الفـرق بين (٤١%) كحد أقصى في محطة بللسمر و(١٩%) كحد أدنى في محطة علكم.

<u>الفئة الثانية.</u>

وتتشـكل مـن (٩) محطـات: هي الحرجة وتنومة والزهراء وصبح بللحمر وسبت العلايا وعبالة ومركز بني عمرو وتندحة وظهران الجنوب وتتميز هذه الفئة بالآتي :

أ - معـدلات سـنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ٢٦٤,٧ مم في تنومة و ١٦١,١ مم في الحرجة.

ب- معـدلات سـنوية فعـلية للأمطار تتراوح بين ٤٩٢,١ مم في تنومة و٢٣٠,٧ مم في تندحة.

ج- أمطـار سنوية قصوى تتراوح بين ٦٤٦,٦ مم سجلت في عام ١٩٧٥ م بمحطة سبت العلايا و٣٢٧,٣ مم سجلت في عام ١٩٩٢ م بمحطة ظهران الجنوب.

د- أمطـار سـنوية صغرى تتراوح بين ٧٦,٨ مم سجلت في عام ١٩٨٨ م بمحطة مركز بني عمرو و١٦,٠ مم سجلت في عام ١٩٩٢م بمحطة عبالة.

ولا تـتأثر بعـض معـدلات الأمطار لبعض محطات هذه الفئة بعامل الارتفاع الذي يـتراوح بيـن ٢٤٨٠ م في عبالة و١٢٠٠ م في مركز بني عمرو، بحيث سجلت القيم العظمى للمعدلات المطلقة والفعلية السنوية بمحطة تنومة التي تقع على ارتفاع ٢١٠٠ م.

جدول (٤٠)

تغيرات معدل نقص الأمطار المطلقة للفئات السنوية في محطات المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠ – ١٩٩٧م

الفئات	اسم المحطة	الارتفاع (م)	البعد عن البحر (كم)	المعدل السنوي للفترة ٢٨ سنة	عدد السنوات التي > المعدل السنوي	معدل عدد السنوات التي > المعدل السنوي	معدل عدد السنوات التي < المعدل السنوي	(%) للنقص عن المعدل السنوي
الأولى	النماص	٢٦٠٠	١٣٣	٤١٨,٦	١٠	٦١٠,٠	٣١٢,٣	٢٥
	تمنية	٢٣٠٠	١٢٥	٣٨٥,٠	١٥	١٨٢,٣	٢٦٧,٠	٢٩
	السودة	٢٨٢٠	٩٥	٣٣٢,٩	١١	٤٥٧,٥	٢٥٢,٤	٢٤
	بللسمر	٢٢٥٠	١٢٠	٣٠٢,٦	١٥	٤١٠,٤	١٧٨,٠	٤١
	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	٢٦٤,٨	١٣	٣٤٩,٠	١٩٢,٠	٢٧
	علكم	٢٢٠٠	١١٣	٣٣٢,٧	١٣	٤٠٧,١	٢٦٨,٣	١٩
	آل عامر	٢٢٥٠	١٣٨	٢٩١,٣	١٥	٣٦٤,٨	٢٠٦,٦	٢٩
	أبها	٢٢٠٠	١١٣	٢٩٦,٨	١٢	٤٢٧,٢	١٩٨,٩	٣٣
	خميس مشيط	٢٠٩٥	١٣٨	٢٤٣,٤	٩	٣٦٨,٨	١٨٤,٠	٢٤
الثانية	الحرجة	٢٣٥٠	١٨٨	١٦١,١	١٢	٤٢٤,٩	٩٩,٨	٣٨
	تنومة	٢١٠٠	١٠٠	٢٦٤,٧	١٧	٣٦٦,١	١٠٧,٩	٥٩
	الزهراء	٢٤٠٠	١٠٠	٢٦٠,٣	١٢	٢٥٩,٠	١٨٦,٣	٢٨
	صبح بللحمر	٢٢٠٠	١١٣	٢٣٥,٥	١٥	٣٠٦,٠	١٥٤,٠	٣٥
	سبت العلايا	١٨٥٠	١١٣	٢٠٨,٨	١٢	٣٥٣,١	١٠٠,٥	٥٢
	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	٢٠٥,٥	١٥	٣١٣,٥	٨١,٠	٦١
	م. بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	٢١٣,٥	١٢	١٣٩,١	١٣٤,٣	٣٧
	تندحة	١٩٠٠	١٦٣	١٧٢,٣	١٣	٢٢٢,٩	١٢٨,٤	٢٥
	ظهران الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	١٨١,٦	١٤	٢٥٩,١	١٠٤,٠	٤٣
الثالثة	بني مالك	١٩٨٠	١٠٨	١٣١,٣	١٢	٢١٠,٤	٧٢,٠	٤٥
	يعرى	١٨٨٠	١٨٨	١٢١,٥	١١	١٩١,٥	٧٦,١	٣٧
	الماوين	٢١٥٠	١٤٥	١٢٦,٢	١١	٢٢٠,٠	٦٥,٧	٤٨
	بني ثور	١٧٠٠	١٦٣	٨٠,٩	١٢	١٣٦,٧	٣٩,٠	٥٢
	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	٨٤,٤	١٤	١٢٩,٥	٣٩,٢	٥٤
	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	٩٣,٧	١٥	١٤٢,٧	٣٧,٠	٦١
	خيبر الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	١٠٦	١٤	١٥٨,٥	٥٣,٣	٥٠
الرابعة	أدمة	١٨٥٠	١٣٨	١٣٨	١٠	٢٦٦,٥	٦٦,٨	٥٢
	تبالة	١٠٢٠	٢٠٠	١٠٧,١	١٣	١٦٢,٤	٥٩,٠	٤٥
	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	١٢٧,٣	١٠	٢٤٣,٤	٢٦,٧	٥١
	الحني	٢٠٨٠	١٣٠	١١٨,٩	١٥	١٦٤,٤	٦٦,٥	٤٤
الخامسة	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	٧٦,٩	١٠	١٣٩,٦	٤٢,٠	٤٥
	أبو حنية	١٦٥٠	١٧٥	٧٠,٧	١١	١١٧,٥	٤٠,٤	٤٣
	بيشة	١٠٢٠	٢٥٠	٧٨,١	١٢	١٢٥,١	٤٢,٩	٤٥
	و. ابن هشبل	١٦٥٠	١٣٣	٦٧,٦	١٢	١٠٨,٩	٣٦,٧	٤٦
	تثليث	٩٧٥	٢٨٨	٦٣,٥	١٣	٩٠,٢	٤٠,١	٣٧
	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	٥٤,٢	١٣	٩١,٠	٢٢,٤	٥٩

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ولا تــتأثر كذلــك معدلات الأمطار السنوية بمحطات هذه الفئة بعامل البعد عن البحر الــذي يــتراوح بين ١٨٨ كم في الحرجة والتي بلغ معدل الأمطار الفعلي فيها ٤٦٣,١ مم وهو معــدل قــريب مـــن القيمة القصوى لمعدل الأمطار الفعلي لهذه الفئة وبين ١٠٠ كم في كل من الزهــراء وتــنومة ، وعند مقارنة تأثير عوامل الارتفاع والبعد عن البحر وموقع المحطات في الســفوح المواجهـــة للرياح الرطبة الممطرة على قيم المعدلات السنوية لهذه الفئة نجد أن عامل الارتفاع يحتل الدرجة الأولى في التأثير تليه السفوح المواجهة للرطوبة .

وتقســم مواقع محطات هذه الفئة إلى قسمين: القسم الأول ويقع إلى الشرق من محطات الفــئة الأولى ويضم محطات كل من ظهران الجنوب والحرجة وتندحة، والقسم الثاني يقع بشكل طولـــي إلى الشـــمال الغـــربي من محطات الفئة الأولى ويضم محطات كل من الزهراء وصبح بلــلحمر وعــبالة وتنومة ومركز بني عمرو وسبت العلايا ، وتقع أغلب محطات هذه الفئة على الســفوح الشـــمالية والشمالية الشرقية التي تتأثر كثيراً بالرياح الشمالية الغربيـــة الرطبة، وعلى ارتفاعـــات قريـــبة مـــن ارتفاعات الفئة الأولى، عدا محطة مركز بني عمرو وتبعد عن البحر بمســـافات مـــتقاربة يبـــلغ أقصــــاها عند محطة الحرجة، ويوضح جدول (٤٠) أن معدل نقص الأمطـــار عن المعدل السنوي المطلق بلغ في هذه الفئة أكثر من (٥٠%) ويتراوح بين (٦١%) كحد أقصى في محطة عبالة و(٢٥%) كحد أدنى في محطة تندحة.

الفئة الثالثة.

وتتشـــكل من (٧) محطات : هي بني مالك ويعرى والماوين وبني ثور والجوف وتاجر وخيبر الجنوب، وتتميز هذه الفئة بالآتي :

أ - معـــدلات ســـنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ١٣١,٣ مم في بني مالك و٨٠,٩ مم في بني ثور.

ب - معـــدلات ســـنوية فعلية للأمطار تتراوح بين ٣٦٢,٥ مم في يعرى و٢٣٥ مم في بني ثور.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٣٥٢,٩ مم سجلت في عام ١٩٧٦ م بمحطة الماوين و١٩٧,١ مم سجلت في عام ١٩٨٦ م بمحطة الجوف.

د - أمطـــار ســـنوية صـــغرى تـــتراوح بين ١٥,٥ مم ســـجلت في عام ١٩٧٠ م بمحطة يعـــرى و١,٢ مم سجلت في عام ١٩٧٧ م بمحطتي تاجر وبني ثور.

وتـــتأثر معـــدلات الأمطار السنوية في بعض محطات هذه الفئة بعامل الارتفاع حيث تـــتراوح ارتفاعات المحطات بين ٢٣٠٠ م في محطة تاجر و١٧٠٠ م في محطة بني ثور التي تقـــع على السفوح الشمالية الغربية المواجهة للرياح الرطبة التي سجلت القيم الصغرى للمعدلات

السنوية المطلقة والفعلية للأمطار. ويقل أثر البعد عن البحر على محطات هذه الفئة التي تقع بالنسبة للبحر على مسافة تتراوح بين ٢٠٠ كم في الجوف و١٠٨ كم في بني مالك حيث سجلت القيم القصوى للمعدل الفعلي للأمطار في محطة يعرى التي تقع على بعد ١٨٨ كم من البحر وهي مسافة قريبة من المسافة القصوى الفاصلة بين محطات هذه الفئة وخط الساحل للبحر والتي تبلغ ٢٠٠ كم.

وفي هذه الفئة يتداخل تأثير عاملي الارتفاع وموقع المحطات في السفوح المواجهة للرياح الرطبة على قيم معدلات الأمطار السنوية . وتتأثر تغيرات المعدلات السنوية للأمطار بعامل الارتفاع والسفوح المواجهة للرياح الرطبة، وتقع جميع محطات هذه الفئة على السفوح الشمالية والشمالية الغربية الرطبة على شكل نصف دائرة من موقع محطات الفئة الأولى في اتجاه الشمال الشرقي، وعلى ارتفاعات تلي ارتفاعات محطات الفئة الثانية، وعلى مسافات بعيدة عن البحر بالنسبة لمواقع محطات الفئتين الأولى والثانية. ويستمر معدل نقص الأمطار في محطات هذه الفئة عن المعدل السنوي المطلق كما كان في محطات الفئة السابقة حيث يصل إلى أكثر من (٥٠%) ويتراوح هذا النقص بين (٦١%) كحد **أقصى** في محطة تاجر و(٣٧%) كحد **أدنى** في محطة يعرى جدول (٤٠).

<u>الفئة الرابعة.</u>

وتتشكل من (٤) محطات: هي أدمة وتبالة وسراة عبيدة والحني وتتميز هذه الفئة بالآتي :

أ – معدلات سنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ١٣٨,١ مم في أدمة و١٠٨,٤ مم في تبالة.

ب– معدلات سنوية فعلية للأمطار تتراوح بين ٢٥١,٨ مم في تبالة و١٥٩,٤ مم في الحني.

ج– أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٤٨٢,٨ مم سجلت في عام ١٩٨٩ م بمحطة أدمة و٢٨٦,٥ مم سجلت في عام ١٩٩٧ م بمحطة الحني.

د– أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٣,٨ مم سجلت في عام ١٩٩٦ م بمحطة الحني و٠,٢ مم سجلت في عام ١٩٩١ م بمحطة سراة عبيدة.

ويلاحظ على محطات هذه الفئة عدم تأثرها بعامل الارتفاع الذي يتراوح بين ٢٤٠٠ م في سراة عبيدة و١٠٢٠ م في تبالة. حيث تقع محطة سراة عبيدة على أقصى ارتفاع في الفئة ٢٤٠٠ م إلا أن معدل الأمطار المطلقة السنوية والفعلية لم يتجاوز ١٢٨ مم و١٩٠ مم على التوالي، وقد يعزى ذلك لموقعها في مناطق ظل المطر بالنسبة لسراة اليمن التي تفوقها في الارتفاع حيث تصل إليها الرياح الرطبة وقد أفرغت ما بها من حمولة على غيرها من المناطق. ولا تتأثر كذلك محطات هذه الفئة بعامل البعد عن البحر الذي يتراوح بين ٢٠٠ كم في تبالة و ١٣٠ كم في الحني، حيث بلغت القيمة العظمى للمعدلات الفعلية في تبالة التي تقع على أقصى

بعـــد ٢٠٠ كـــم عن البحر، وقد يعزى ذلك لموقع المحطة في السفوح المواجهة للرياح الشمالية الغربية الرطبة، وتقع محطات هذه الفئة على السفوح الشمالية الغربية والشمالية. وتتباين تأثيرات العوامـــل الآنفـــة الذكر على تغيرات قيم معدلات الأمطار السنوية في محطات هذه الفئة، إلا أننا نجـــد عـــامل موقـــع المحطات في السفوح المواجهة للرطوبة يحتل المركز الأول بين العوامل الثلاثة.

وتقـــع محطات هذه الفئة على أبعاد مختلفة من بعضها البعض، حيث توجد اثنتان منها فـــي أقصـــى الشـــمال الغربي من منطقة عسير هما محطتا تبالة وأدمة واثنتان منها في الجنوب الغربي في وسط الدائرة التي تتشكل من محطات الفئتين الأولى والثالثة وهما محطتا سراة عبيدة والحـــني. وتقـــع محطات الشمال الغربي على ارتفاعات أقل من محطات الجنوب الغربي نظراً لـــزيادة الارتفاع في السراة كلما اتجهنا جنوباً، كما أن المحطات الشمالية تقع على مسافات أبعد مـــن مســـافات المحطات الجنوبية عن البحر. وتمثل المحطات الشمالية القيم العظمى للمعدلات المطـــلقة والفعـــلية والقيم القصوى للأمطار السنوية بسبب موقعها في السفوح المواجهة للرياح الشـــمالية والشمالية الغربية الرطبة أكثر من المحطات الجنوبية كمحطة سراة عبيدة التي تقع في مـــنطقة ظل المطر بالنسبة لسراة اليمن ومحطة الحني التي تقع على السفوح الشمالية البعيدة عن تأثيـــر الـــرياح الرطـــبة لمواقعهما الجنوبية، ورغم استمرارية معدل نقص الأمطار عن المعدل الســـنوي المطلق بأكثر من (٥٠%) في محطات هذه الفئة إلا أنه متجانس بين محطاتها أكثر من غيرها من الفئات السابقة ويتراوح معدل النقص بين (٥٢%) كحد **أقصى** في محطة أدمة و(٤٤ %) كحد **أدنى** في محطة الحني. جدول (٤٠).

<u>الفئة الخامسة.</u>

وتتشـــكل مـــن (٦) محطـــات :هي الحيفة وأبو جنية وبيشة ووادي ابن هشبل و تثليث وصمخ وتتميز هذه الفئة بالآتي:

أ - معدلات سنوية مطلقة للأمطار تتراوح بين ٧٨,١ مم في بيشة و٥٤,٢ مم في صمخ.

ب- معـــدلات ســـنوية فعـــلية للأمطار تتراوح بين ١٥٠,٤ مم في الحيفة و١٠٤,٦ مم في صمخ.

ج- أمطـــار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٩٣,٠ مم سجلت في عام ١٩٧٥ م بمحطة الحيفة و١٢٠,٢ مم سجلت في عام ١٩٧٧ م بمحطة تثليث.

د- أمطـــار ســـنوية صغرى تتراوح بين ١٢,٦مم سجلت في عام ١٩٧٣ م بمحطة تثليث و١,٠ مم سجلت في عام ١٩٩٣ م بمحطة صمخ.

وتتأثر قيم معدلات الأمطار السنوية لمحطات هذه الفئة بشكل كبير بعامل الارتفاع و تقع محطات هذه الفئة على ارتفاعات تتراوح بين ١٦٥٠ م في كل من محطة أبو جنية و وادي ابن هشبل وبين ٩٧٥ م في محطة تثليث ، وعلى مسافات متباينة بالنسبة للبعد عن البحر تتراوح بين ٢٨٨ كم في محطة تثليث و١٣٣ كم في محطة وادي ابن هشبل، ويبدو موقع محطات هذه الفئة من أقل العوامل تأثيراً على تغيرات قيم المعدلات السنوية للأمطار، علماً بأن أغلب هذه المحطات يقع على السفوح الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة المرتفعات على الهضبة الداخلية المظاهرة لتأثيرات الرياح الرطبة والمعروفة بـ (مناطق ظل المطر) وعلى أبعاد قصوى بالنسبة للبحر وارتفاعاتها متقاربة عدا محطتي أبو جنية ووادي ابن هشبل اللتين تتخذان موقعين في الوسط بالنسبة لمواقع محطات هذه الفئة وبمسافة أقل منهما للبحر. وتمثل هذه الوضعية التضاريسية بالنسبة لهذه الفئة أقل المناطق مطراً لأنها تعتبر منطقة ظل المطر بالنسبة لتأثيرات الرياح الرطبة . ويستمر معدل نقص الأمطار عن المعدل السنوي المطلق لهذه الفئة بالزيادة عن الفئة السابقة ويتراوح بين (٥٩%) كحد **أقصى** في محطة صمخ و(٣٧%) كحد **أدنى** في محطة تثليث. جدول (٤٠).

المعدلات السنوية المطلقة والفعلية المقدرة للمحطات.

ومن خلال ما تقدم يتضح أن تغيرات معدلات الأمطار السنوية تتأثر بدرجات متفاوتة من محطة لأخرى بكل من عامل الارتفاع والبعد عن البحر والسفوح المعرّضة للرطوبة ، ولكن يظل عامل الارتفاع هو العامل الأكثر تأثيراً على تغيرات معدلات الأمطار السنوية بمحطات منطقة الدراسة، يليه عامل السفوح المواجهة للرياح الرطبة، ثم عامل البعد عن البحر . ومما تقدم يمكن تصنيف المحطات في جميع الفئات السنوية لمنطقة الدراسة اعتماداً على معدلات الأمطار السنوية كالتالي:

١ - المعدل السنوي المطلق المقدر للمحطة بمنطقة الدراسة =

$$\frac{\text{المجموع التراكمي للمتوسطات المطلقة السنوية للأمطار لجميع المحطات خلال (٢٨) سنة}}{\text{٣٥ محطة}}$$

$$= \frac{\text{٦٤١٨,٨ مم}}{\text{٣٥}} = \text{١٨٣,٤ مم/سنة/محطة}$$

٢- المعدل السنوي الفعلي المقدر للمحطة بمنطقة الدراسة =

$$\frac{\text{المجموع التراكمي للمتوسطات الفعلية السنوية للأمطار لجميع المحطات خلال (٢٨) سنة}}{\text{٣٥ محطة}}$$

$$= \frac{\text{١٠٦٢٢,٦}}{\text{٣٥}} = \text{٣٠٣,٥ مم/سنة/محطة}$$

وبناء على ما تقدم يكون عدد المحطات المطيرة بمنطقة الدراسة كل المحطات التي تجاوزت فيها المعدلات السنوية المطلقة للأمطار معدل ١٨٣,٤ مم /سنة والمعدلات السنوية الفعلية للأمطار معدل ٣٠٣,٥مم/سنة وعليه يكون عدد المحطات المطيرة بناء على المعدل السنوي المطلق والفعلي للمنطقة جدول (٤١).

والجدول السابق يدل على ما يلي :

١. يبلغ عدد المحطات التي تجاوزت معدلاتها السنوية المطلقة المعدل السنوي المطلق المقدر لأمطار المحطة بالمنطقة خلال ١٩٧٠- ١٩٩٧م، (١٥) محطة، بالإضافة إلى (٢٠) محطة أخرى معدلاتها السنوية المطلقة أقل من المعدل السنوي المطلق المقدر.

وتتوزع المحطات التي تجاوزت معدلاتها السنوية المطلقة للأمطار المعدل السنوي المطلق للمحطة خلال فترة الدراسة كالتالي :

- ٨ محطات على السفوح الشمالية.
- ٣ محطات على السفوح الشرقية.
- ٢ محطة على السفوح الشمالية الشرقية.
- محطة واحدة على السفوح الغربية.
- محطة واحدة على السفوح الجنوبية.

٢. يبلغ عدد المحطات التي تجاوزت معدلاتها السنوية الفعلية المعدل السنوي الفعلي المقدر لأمطار المحطة بالمنطقة (١٥) محطة، خلال الفترة من يناير ١٩٧٠م إلى ديسمبر ١٩٩٧ م بالإضافة إلى (٢٠) محطة أخرى معدلاتها السنوية الفعلية أقل من المعدل السنوي الفعلي المقدر.

وتتوزع المحطات التي تجاوزت معدلاتها السنوية الفعلية للأمطار المعدل السنوي الفعلي للمحطة خلال فترة الدراسة كالتالي :

- ٣ محطات على السفوح الشرقية.
- ٥ محطات على السفوح الشمالية.
- ٣ محطات على السفوح الشمالية الشرقية.
- محطة واحدة على السفوح الجنوبية.
- محطة واحدة على السفوح الغربية.
- ٢ محطة على السفوح الشمالية الغربية.

جدول (٤١)

المحطات المطيرة التي تفوق معدلاتها المطلقة والفعلية المعدل السنوي المطلق والفعلي المقدر في المحطة بالمنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠ ـ ١٩٩٧م

المحطة	م/الأمطار المطلق/مم م/ القياسي = ١٨٣,٤	المحطة	م/الأمطار الفعلي/مم م/ القياسي = ٣٠٣,٥
أبها	٢٩٦,٨	أبها	٣٧٨,٧
آل عامر	٢٩١,٣	آل عامر	٤٠٨,١
بللسمر	٣٠٢,٦	بللسمر	٥٠١,٦
تمنية	٣٨٥,٠	بني مالك	٣٤٤,٤
تنومة	٢٦٤,٧	تاجر	٣٠٤,٧
الزهراء	٢٦٠,٣	تمنية	٥٣٤,٨
خميس مشيط	٢٤٣,٤	تنومة	٤٩٢,١
سرلعصان	٢٦٤,٨	الزهراء	٤٣٠,٥
السّودة	٣٣٢,٩	الحرجة	٤٦٣,١
سبت العلايا	٢٠٨,٨	السودة	٥١٣,٢
صبح بللحمر	٢٣٥,٥	صبح بللحمر	٣٣٦,٥
عبالة	٢٠٥,٥	علكم	٤٤٧,٣
علكم	٣٣٢,٧	الماوين	٣٥٧,٢
م. بني عمرو	٢١٣,٥	النماص	٤٧٤,٩
النماص	٤١٨,٣	يعرى	٣٦٢,٥

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

٣. يبلغ المجموع التراكمي للمعدلات السنوية المطلقة المقدرة لأمطار هذه المحطات ٤٢٥٦,١ مم والمجموع التراكمي للمعدلات السنوية الفعلية المقدرة للأمطار في هذه المحطات ٦٣٤٩,٦ مم أي ما يعادل على التوالي ٦٦,٣% و٥٩,٨% من مجموع الأمطار الساقطة على المنطقة الجبلية بعسير التي تمثلها منطقة الدراسة.

٤. تشكل أمطار الربيع بهذه المحطات أعلى كميات الأمطار المسجلة خلال فترة الدراسة بمعدلات فعلية تتراوح بين ٢٦٤,٦ مم في محطة بللسمر و١١٩,٤ مم في محطة بني مالك وبمعدلات مطلقة تتراوح بين ٢٠٥,٨ مم في محطة بللسمر و١١١,٧ مم في محطة خميس مشيط ملحق (و).

٥. تمثل أمطار الربيع نسباً تتراوح على التوالي بين ٥٣% و٣٥% من مجموع الأمطار الفعلية السنوية لمحطتي بللسمر وبني مالك، ونسباً تتراوح على التوالي بين ٦٨% و٤٦% من مجموع الأمطار المطلقة السنوية لمحطتي بللسمر وخميس مشيط.

٦. عند مقارنة نسبة الأمطار الفعلية والأمطار المطلقة لفصل الربيع بالمجموع السنوي للأمطار المسجلة في المحطات المذكورة مع مثيلاتها المسجلة على مستوى جميع محطات منطقة الدراسة نلحظ أن :

- هناك ٨ محطات من ١٥ محطة تتراوح فيها النسبة بين المعدل الفعلي لأمطار الربيع ومجموع المعدل السنوي بين ٣٥% و٤٢% في حين تصل هذه النسبة على مستوى منطقة الدراسة إلى ٤٤%.

- هناك ٨ محطات أيضاً من ١٥ محطة تتراوح فيها النسبة بين المعدل المطلق لأمطار الربيع ومجموع المعدل السنوي بين ٤٣% و٤٩% في حين تصل هذه النسبة إلى ٥٦,٥% على مستوى منطقة الدراسة.

٧. نلاحظ أن هناك تماثلاً كبيراً بين نسبة المجموع التراكمي للمحطات المذكورة إلى نسبة المجموع التراكمي للأمطار السنوية لجميع محطات الدراسة من جهة، ونسبة أمطار فصل الربيع إلى مجموع الأمطار السنوية المسجلة في المحطات المذكورة.

وبالنظر في شكل (٥٤أ – ب) نجد الآتي:

أ- يتأثر المعدل السنوي للأمطار بعدد السنوات الجافة التي لم تسجل خلالها أي كمية أمطار بمحطات منطقة الدراسة بنسبة ٣٠,٧% كما تدل قيمة العلاقة الموجودة بين المعدل السنوي المطلق والمعدل السنوي الفعلي للأمطار.

ب- تــزيد قيمــة العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفصلي المطلق الأقصى (٠,٨٧٢٩) شكل (٥٦) عن مثيلتها بين معــدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفصلي الفعلي الأقصى (٠,٨٠٣٥) شكل (٥٥).

ج- تــتقارب قيمة العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الشهري المطــلق الأقصـــى (٠,٧٩٨٦) شــكل (٥٧) مع قيمة العلاقة بين المعدل السنوي المطــلق والمعــدل الفصلي الفعلي الأقصى للأمطار (٠,٨٠٣٥) شكل (٥٥)، مما يدل على أن أمطار فصل الربيع الذي يعتبر أكثر الفصول هطولاً لا تتعدى فترات هطولها شهراً واحداً.

د- تــتقارب قيمة العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الشهري المطــلق الأقصـــى (٠,٧٩٨٦) شكل (٥٧)، وبين معدل الأمطار الشهري الفعلي الأقصى ومعدل الأمطار السنوي الفعلي (٠,٧٨٦٢) شكل (٥٩) وهذا يدل على أن الشـــهر المطيـــر في معدلات الأمطار السنوية المطلقة هو نفس الشهر المطير في معدلات الأمطار السنوية الفعلية.

هـ- تــزيد قيمــة العلاقة بين معدل الأمطار الشهري الفعلي الأقصى ومعدل الأمطار الســنوي الفعــلي (٠,٧٨٦٢) شكل (٥٩) عن مثيلتها بين معدل الأمطار الشهري الفعلي الأقصى ومعدل الأمطار السنوي المطلق (٠,٦٩٦٦) شكل (٥٨).

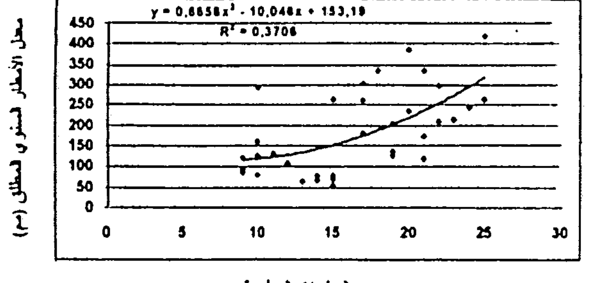
و- تبــلـــغ قيمة العلاقة أقصاها بين المعدل السنوي الفعلي والمعدل الفصلي الفعلي الأقصى (٠,٩١٤٩) شكل (٦٠)، مما يدل على التركيز في الزمن الذي يميز نظام هطول الأمطار بمنطقة الدراسة.

وبالنظر في الشكلين (٦١ – ٦٢) للتوزيع المكاني لمعدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية يتضح الآتي :

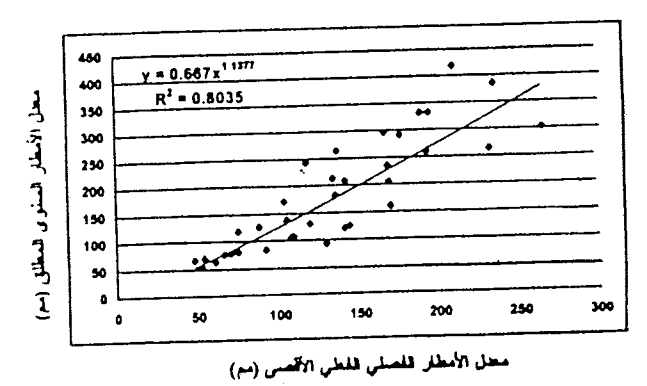
- يتماثل التوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية بحيث تتناقص معدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية من الغرب نحو الشرق مع تناقص وانخفاض ارتفاعات التضاريس.
- تتراوح معــدلات الأمطار المطلقة السنوية بين (٤١٨,٣) مم بمحطة النماص على ارتفاع (٢٦٠٠) م، (٥٤,٢) مم بمحطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م.
- تتراوح معــدلات الأمطـــار الفعليـــة السنوية بين (٥٣٤,٨) مم بمحطة تمنية على ارتفاع (٢٣٠٠) م، (١٠٤,٦) مم بمحطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م.

شكل (٥٤/أ)
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي ومعدل الأمطار السنوي المطلق بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م

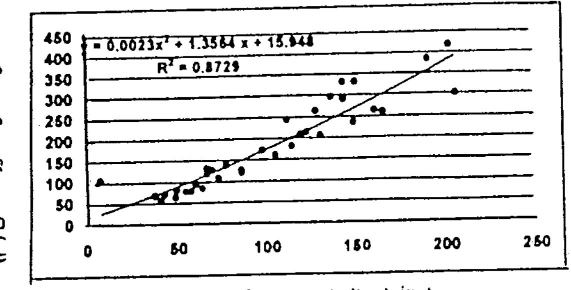
شكل (٥٤/ب)
العلاقة بين عدد السنوات المطيرة ومعدل الأمطار السنوي المطلق بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م



شكل (٥٥)
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفصلي الفعلي الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م

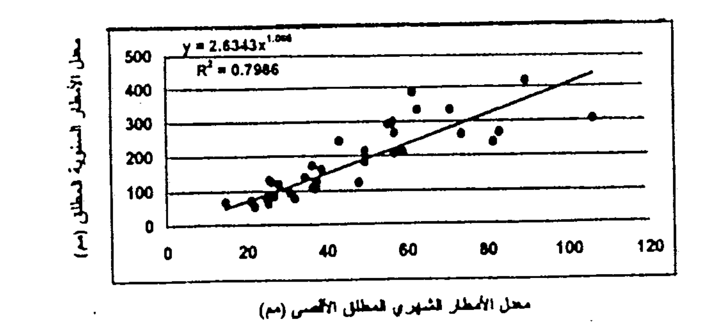


شكل (٥٦)
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الفصلي المطلق الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م

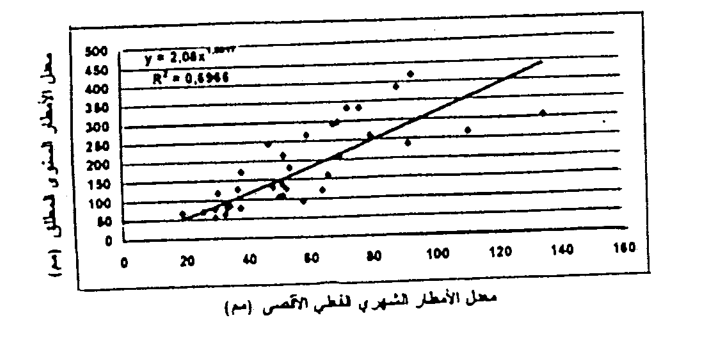


المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ – ١٩٩٧ م.

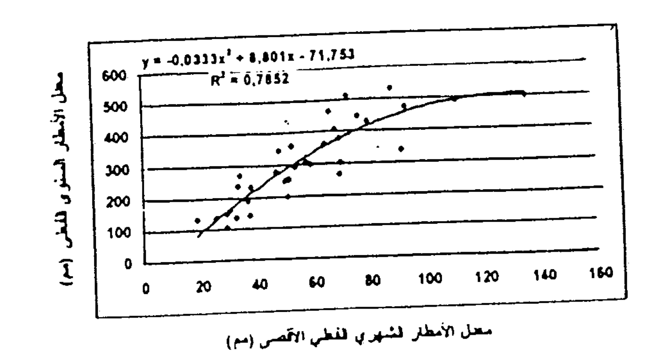
شكل (٥٧)
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي المطلق ومعدل الأمطار الشهري المطلق الأقصى بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م



شكل (٥٨)
العلاقة بين المعدل الشهري الفعلي الأقصى والمعدل السنوي المطلق للأمطار بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م



شكل (٥٩)
العلاقة بين معدل الأمطار الشهري الفعلي الأقصى ومعدل الأمطار السنوي الفعلي بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م



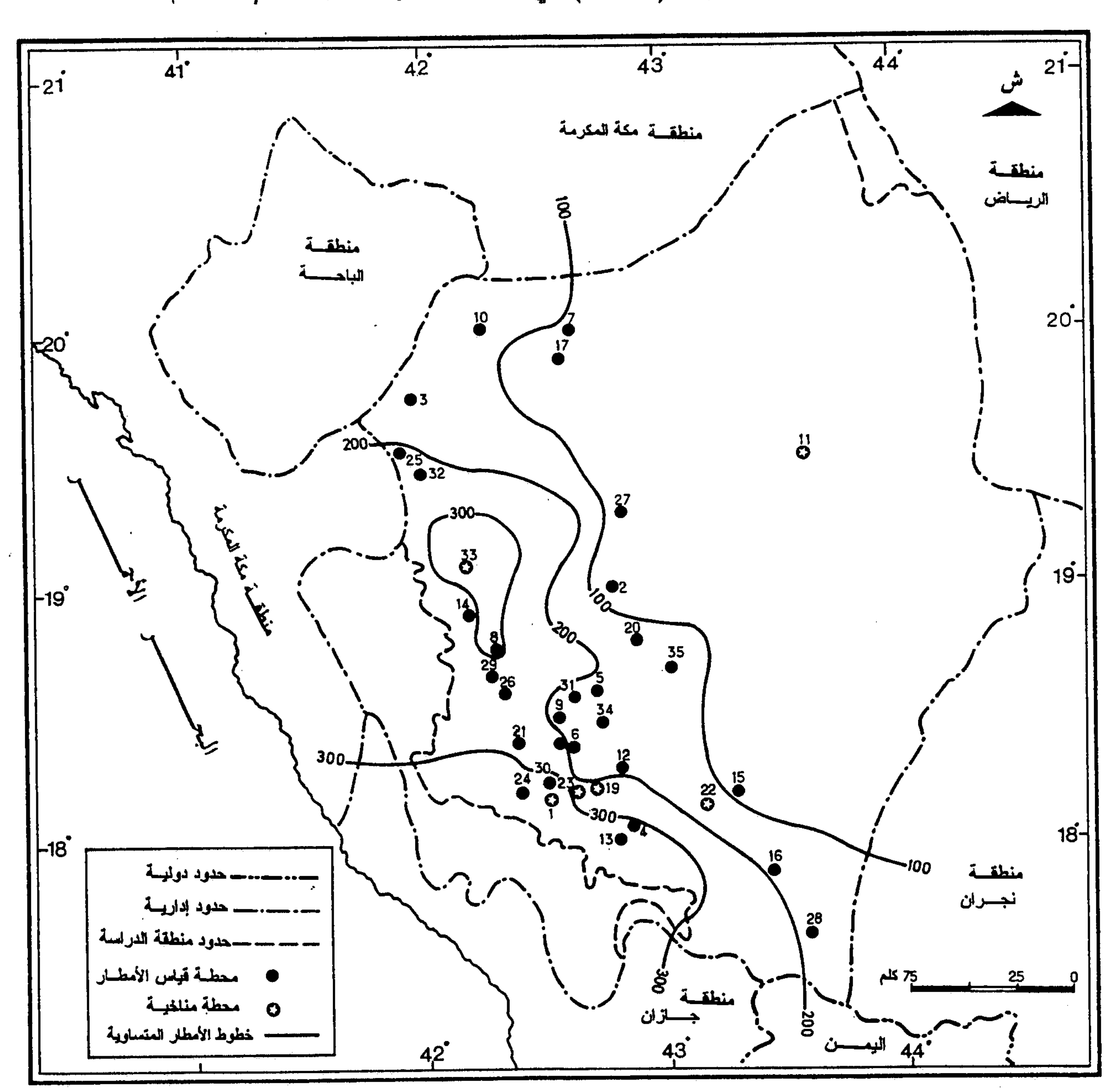
شكل (٦٠)
العلاقة بين معدل الأمطار السنوي الفعلي ومعدل الأمطار الفصلي الفعلي بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م

$y = 2.976x^{0.9444}$
$R^2 = 0.9149$
معدل الأمطار السنوي الفعلي (مم)
معدل الأمطار الفصلي الفعلي الأقصى (مم)

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

شكل (٦١)

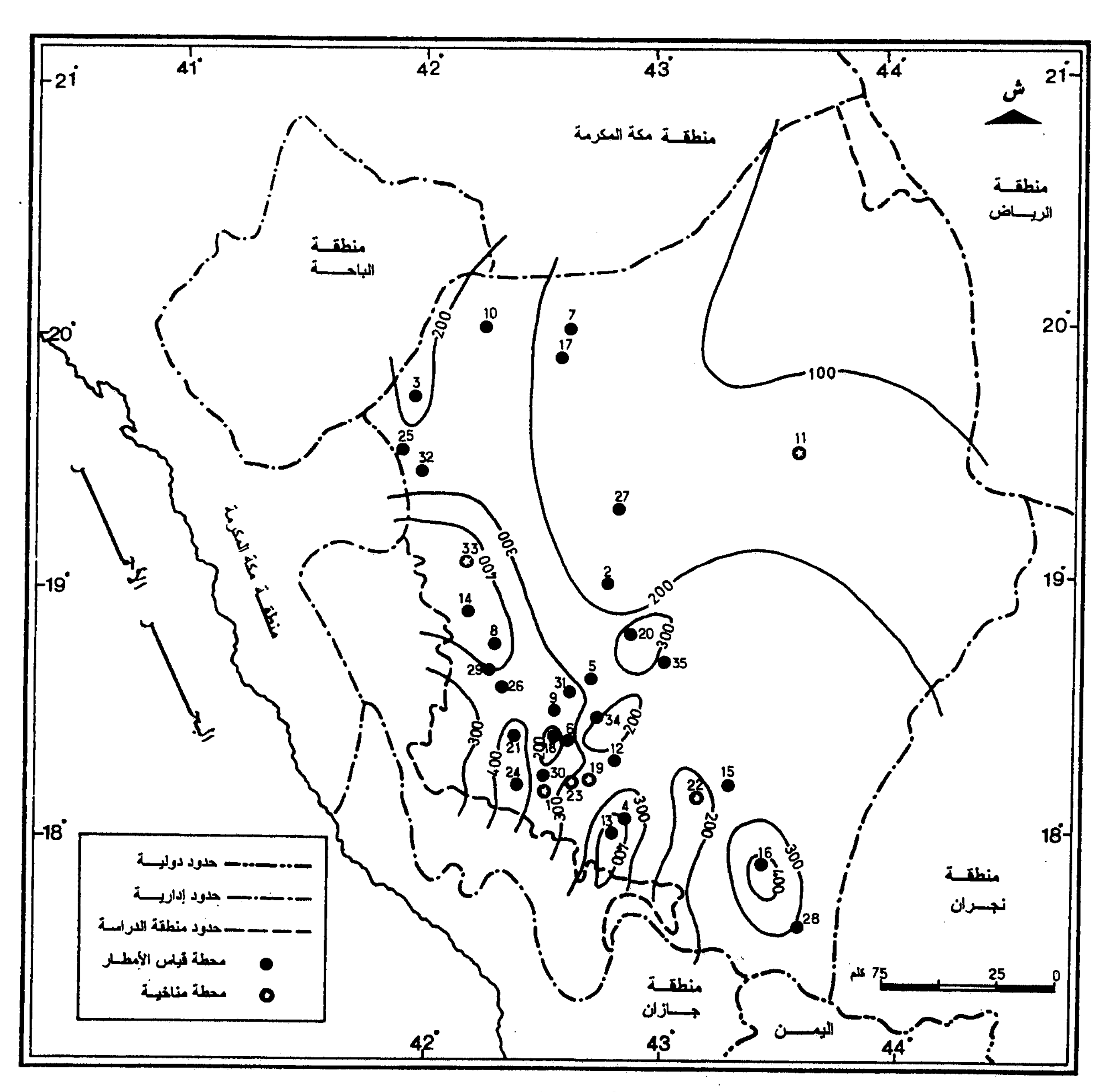
معدل الأمطار السنوية (المطلقة) في منطقة عسير الجبلية ٧٠/١٩٩٧م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

شكل (٦٢)

معدل الأمطار السنوية (الفعلية) في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

- تصــل معدلات الأمطار الفعلية السنوية أقصاها بما يعادل (٥٣٤,٨) مم بمحطة تمنية على ارتفاع (٢٣٠٠) م، وتصل معدلات الأمطار المطلقة السنوية أقصاها بما يعادل (٤١٨,٣) مـم بمحطــة الــنماص عــلى ارتفاع (٢٦٠٠) م، وتعكس هذه التباينات المكانية تباينات الــتوزيع الزمني لعدد السنوات المطيرة وعدد السنوات الجافة غير المتجانسة في محطات المنطقة الجبلية بعسير.
- يــتزايد تدريجيــاً الفارق بين معدلات الأمطار الفعلية السنوية كلما اتجهنا غرباً مع تزايد ارتفاعــات التضاريس، مما أدى إلى زيادة عدد خطوط الأمطار الفعلية المتساوية المناسب لزيادة معدلاتها مع الارتفاع التدريجي المتزايد للتضاريس.

التغيرات الفصلية للأمطار.

يتأثر التوزيع الفصلي للأمطار في المنطقة الجبلية بعسير بإقليمين مناخيين متباينين في خصائصــهما همــا إقليم مناخ البحر الأبيض المتوسط شمالاً وما يصاحبه من منخفضات جوية تغزو المنطقة في فصلي الشتاء وبداية الربيع، وبالمناخ الموسمي جنوباً وما يصاحبه من تيارات جــنوبية غربية ممطرة صيفاً. ويرتبط التغير الفصلي للأمطار في المنطقة الجبلية بعسير بعاملي الارتفــاع والــبعد عن البحر وبموقع المحطات في السفوح المواجهة للرياح الرطبة، كما يلعب انخفــاض درجــات الحــرارة دوراً مهماً في تقليل نشاط التبخر وزيادة الرطوبة في الجو، مما يساعد على زيادة عملية التكاثف. وتؤثر كل تلك العوامل، بصورة مباشرة أو غير مباشرة، على توزيــع الأمطــار في مختلف فصول السنة وعلى نسبة إسهام معدل أمطار كل فصل في المعدل الســنوي للأمطــار في كل محطة. ومن خلال جدول (١٠) السابق يمكننا ترتيب الفصول حسب نسبة إسهامها في المعدل السنوي للأمطار المطلقة والفعلية.

ورغــم تفــاوت نسب إسهام الفصول في المعدل السنوي سواء على مستوى المعدلات المطــلقة أو الفعــلية بيــن محطات الدراسة ملحق (و) إلا أننا نجد أن نسبة إسهام فصل الربيع للمعدل السنوي للأمطار لمختلف القيم تحتل المرتبة الأولى وهي كالتالي:

أ - نســبة إسهام مطلقة تتراوح بين (٧٦%) كحد **أقصى** في محطة الجوف و(٤٣%) كحد **أدنى** في محطة السودة بالنسبة لجميع محطات الدراسة للفئات الفصلية الأربع.

ب - نسبة إسهام فعلية تتراوح بين (٥٦%) كحد **أقصى** في محطة عبالة و(٣٢%) كحد **أدنى** في محطة بني ثور لجميع محطات الدراسة للفئات الفصلية الأربع .

وبــناءً على ما سبق تفوق نسبة إسهام أمطار فصل الربيع نسب إسهام بقية الفصول، وتــتأثر معــدلات الأمطــار في فصل الربيع كثيراً بعامل الارتفاع وعامل مواقع المحطات في الســفوح المواجهــة للرياح الرطبة كالسفوح الشمالية والشرقية التي تتعرض لغزو المنخفضات

الشـــتوية المـــتأخرة وكذلـــك بالعواصف الرعدية التي يظهر نشاطها في هذا الفصل. وعليه نجد المحطـــات الأكـــثر ارتفاعاً والتي تقع على العروض الشمالية بالنسبة للمنطقة الجبلية بعسير هي الـــتي تـــزداد فيها كميات الأمطار الربيعية كمحطتي بللسمر والنماص والعكس من ذلك بالنسبة لمحطـــات الهضـــبة الداخـــلية التي تقل فيها معدلات الأمطار مثل محطات تثليث وصمخ وبيشة بســـبب انخفاضـــها وموقعهـــا في ظل المطر بالنسبة لمرتفعات السروات التي تعمل على حجز الـــرياح الشمالية الغربية الرطبة عنها. وعليه نجد أن كميات الأمطار لفصل الربيع تأخذ بالزيادة فـــي الجهـــات الشـــمالية الغربية ثم تقل تدريجياً كلما اتجهنا نحو الداخل ونحو الجهات الجنوبية الشـــرقية. ونـــرى أن هناك زيادة في بعض المحطات ذات العروض الجنوبية المرتفعة والقريبة مـــن نفوذ الرياح الجنوبية الغربية الرطبة مثل محطتي ظهران الجنوب والحرجة. كما يلاحظ أن ارتفـــاع نســـبة أمطار فصل الربيع المطلقة في بعض المحطات يتبعه ارتفاع في المعدل السنوي للأمطار مما يدل على الارتباط المباشر لهذا الأخير (المعدل السنوي) بقيم معدلات أمطار فصل الربيع ، كما لوحظ في محطتي الجوف وعبالة حيث بلغ معدل الأمطار القصوى المطلقة والفعلية ٦٣,٨ مم و ١٦٩,٠ مم على التوالي.

* تـــأتي نســـبة إسهام فصلي الشتاء والصيف بالمعدل السنوي للأمطار المطلقة والفعلية في الأهمية بعد فصل الربيع بالتناوب من حيث التأثير بالنسبة للمعدلات وعدد المحطات على مســـتوى منطقة الدراسة، ولكن يبرز بعض التباين الطفيف على مستوى بعض المحطات داخـــل الفـــئة الواحـــدة أكـــثر من مستوى المنطقة، وعليه تكون نسبة إسهام فصل الشتاء بالمعدل السنوي للأمطار كالتالي :

أ - نســـبة إسهام مطلقة تتراوح بين (٣٣%) كحد **أقصى** في محطة أدمة و(٥%) كحد **أدنى** في محطة بني ثور.

ب - نســـبة إسهام فعلية تتراوح بين (٣٥%) كحد **أقصى** في محطة أبو جنية و(١٢%) كحد **أدنى** في محطة علكم.

وتتأثر معدلات أمطار فصل الشتاء كثيراً بعاملي الارتفاع والبعد عن البحر، بإستثناء الـــبعض، كما تتأثر بمواقع المحطات في السفوح المواجهة للرياح الرطبة الشمالية الغربية، حيث يـــلحظ أن كـــثيراً مـــن المحطـــات التي تتأثر بتلك العوامل ترتفع فيها معدلات الأمطار الشتوية المطـــلقة أو الفعلية على السواء ، مثل محطة مركز بني عمرو والسودة وسر لعصان والنماص وأبها وبللسمر مقارنة بالمحطات الأخرى.

وتـــتأثر الأمطـــار الشتوية أيضاً بقوة المنخفضات الجوية وبعددها، وهي تفوق كميات الأمطـــار لفصـــلي الصـــيف والخريف خاصة في المحطات المرتفعة وذات العروض الشمالية،

وتأتي معدلات أمطار فصل الشتاء في الأهمية بعد معدلات أمطار فصل الربيع والصيف بالنسبة للمنطقة الجبلية بعسير حيث ترتفع في فصل الشتاء كميات الأمطار نظراً لانخفاض درجة الحرارة الناجمة عن الارتفاع التضاريسي بشكل ملحوظ، وهذا يساعد على زيادة تكاثف بخار الماء، بالإضافة لانخفاض قيم التبخر. وبصورة عامة تأخذ معدلات الأمطار الشتوية في الزيادة بالمحطات المرتفعة ذات العروض الشمالية مما يؤدي إلى اختلاف تأثير التيارات الشمالية الغربية بين أجزاء الإقليم، فالأجزاء الجنوبية من عسير تقع بعيداً عن تأثير الأمطار الشتوية الديناميكية القادمة من البحر الأبيض المتوسط عكس الأجزاء الشمالية التي تعتبر قريبة من تأثير الأمطار الشتوية، هذا علاوة على أن الجهة الشرقية من منطقة عسير المعروفة بالهضبة الداخلية تقع خلف السروات المرتفعة، مما يجعلها غير مواجهة للتيارات الشمالية الغربية بصورة مباشرة. وعليه تقل معدلات الأمطار في هذا الفصل بالنسبة للمحطات الداخلية مثل صمخ وبيشة وتثليث والجوف وبني ثور بالنسبة للمعدلات المطلقة.

* تأتي نسبة إسهام فصل الصيف بالمعدل السنوي للأمطار كالتالي :

أ - نسبة إسهام مطلقة تتراوح بين (٣٦%) كحد **أقصى** في محطة علكم و(٠,٢%) كحد **أدنى** في محطة تثليث.

ب - نسبة إسهام فعلية تتراوح بين (٣٠%) كحد **أقصى** في كل من محطة علكم و يعرى والجوف و(٦%) كحد **أدنى** في محطة تثليث.

وترتفع معدلات أمطار فصل الصيف في المحطات التي تقع على ارتفاعات كبيرة في العروض الجنوبية بالنسبة لمنطقة عسير وهي المناطق التي تخضع لتأثيرات الرياح الجنوبية الغربية الممطرة. وتقل كثيراً معدلات الأمطار المطلقة والفعلية في فصل الصيف عن فصلي الشتاء والربيع في بعض المحطات حتى تصل إلى أدنى المعدلات بالنسبة للقيم المطلقة في المناطق الداخلية بالأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من منطقة عسير في كل من محطة تثليث و أبوجنية و بيشة وصمخ والحيفة وتبالة وأدمة، ويعزى هذا الانخفاض إلى عاملي بُعد المحطات عن تأثيرات الرياح الجنوبية الغربية وقلة ارتفاع البعض منها، بالإضافة إلى وقوعها في شرق المرتفعات التي تمثل منطقة ظل المطر بالنسبة للتيارات السابقة. وعلى العكس من ذلك يعد فصل الصيف الفصل المطير في المحطات التي تقع على العروض الجنوبية لأنها تخضع مباشرة لتأثير الرياح الجنوبية الغربية الرطبة مثل علكم والسودة وتمنية بالنسبة للقيم المطلقة والفعلية ومحطة يعرى والحرجة بالنسبة للقيم الفعلية حيث تجاوز معدل الأمطار ١٠٠ مم.

* وأخيراً تأتي نسبة إسهام فصل الخريف بالمعدل السنوي للأمطار أدنى النسب كالتالي :

أ - نسبة إسهام مطلقة تتراوح بين (١٣%) كحد **أقصى** في محطة الزهراء و(٤%) كحد **أدنى** في كل من محطة أدمة وبني مالك والجوف.

ب - نسبة إسهام فعلية تتراوح بين (٢٩%) كحد **أقصى** في محطة بني ثور و(٥%) كحد **أدنى** في محطة أدمة.

وتتأثر معدلات أمطار فصل الخريف بعاملي الارتفاع وموقع المحطات في السفوح الشمالية أو الغربية المواجهة لتأثيرات الرياح الرطبة . وتمثل معدلات فصل الخريف أقل المعدلات لكميات الأمطار في جميع المحطات للقيم المطلقة بشكل ملحوظ، وتتسم تغيرات معدلات الأمطار لفصل الخريف بنوع من التركيز في الزمن كما تعكسه الفوارق الكبيرة بين المعدلات المطلقة والمعدلات الفعلية.

كما تتأثر معدلات الأمطار في فصل الخريف بمنخفضات البحر الأبيض المتوسط المبكرة ومنخفض السودان بالإضافة لعامل الارتفاع لبعض المحطات ومواقعها في السفوح المواجهة لتأثيرات الرياح الرطبة حيث نجد أكثر المحطات التي تتميز بارتفاع المعدل الفعلي لأمطار الخريف تقع على ارتفاعات كبيرة في السفوح الشمالية والشمالية الشرقية. وبصورة عامة تزداد معدلات الأمطار في هذا الفصل بالمحطات ذات السفوح الشمالية أكثر من مثيلاتها بالمحطات ذات السفوح الجنوبية .

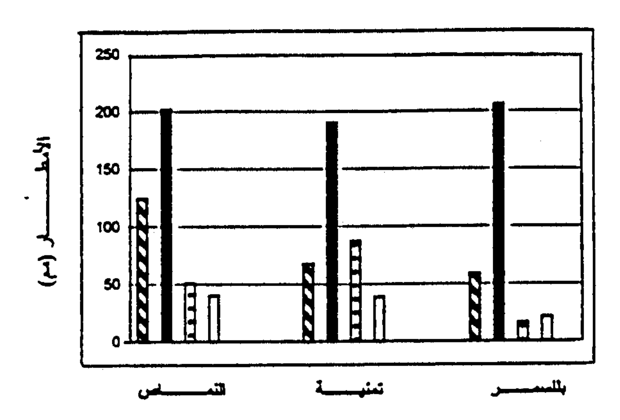
ويتضمن التوزيع الفصلي لقيم معدلات الأمطار أربع فئات، تم تحديدها على معيارين مهمين هما :

١- الترتيب التنازلي لمعدلات الأمطار الفصلية المطلقة في جميع المحطات.

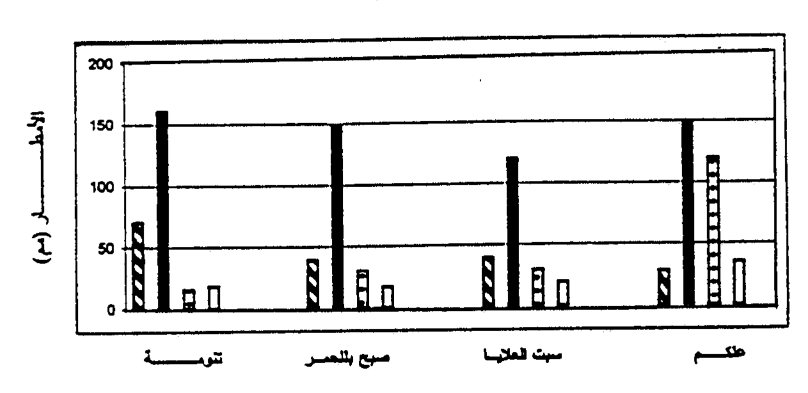
٢- مقياس التمثيل البياني المتجانس للمعدلات الفصلية المطلقة لكل المحطات للحصول على فئات المحطات بيانياً شكل (٦٣)، كما اعتمدنا على بيانات ملحق (ز) وهي : المعدلات الفعلية للأمطار الفصلية، الأمطار القصوى الفصلية، الأمطار الصغرى الفصلية، علاقة المعدل المطلق للأمطار الفصلية بالمعدل السنوي للأمطار، علاقة المعدل الفعلي للأمطار الفصلية بالمعدل السنوي للأمطار، في تحديد خصائص فئات المحطات المصنفة فصلياً اعتماداً على المعدلات الفصلية المطلقة لأمطار الفترة المدروسة كالتالي.

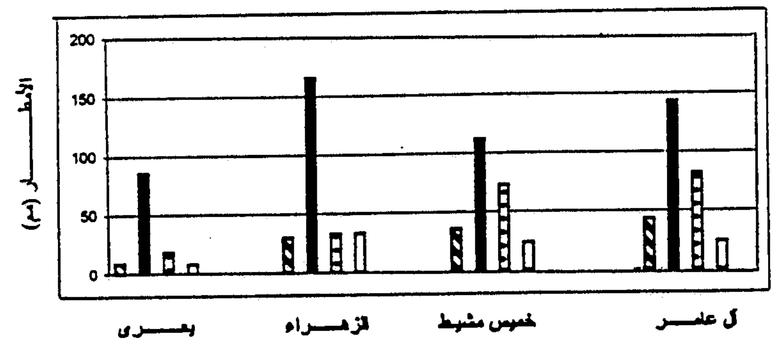
شكل (٦٣)
التغيرات الفصلية للأمطار بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.

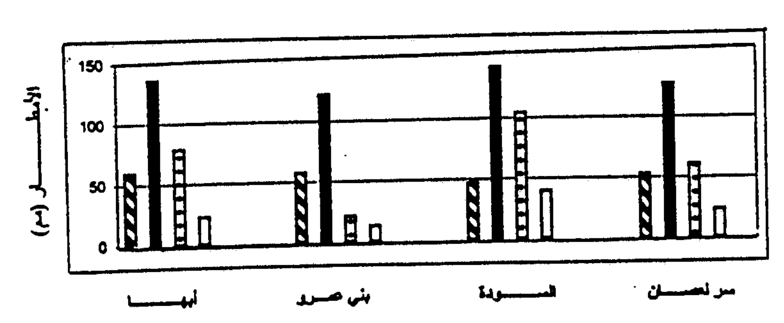




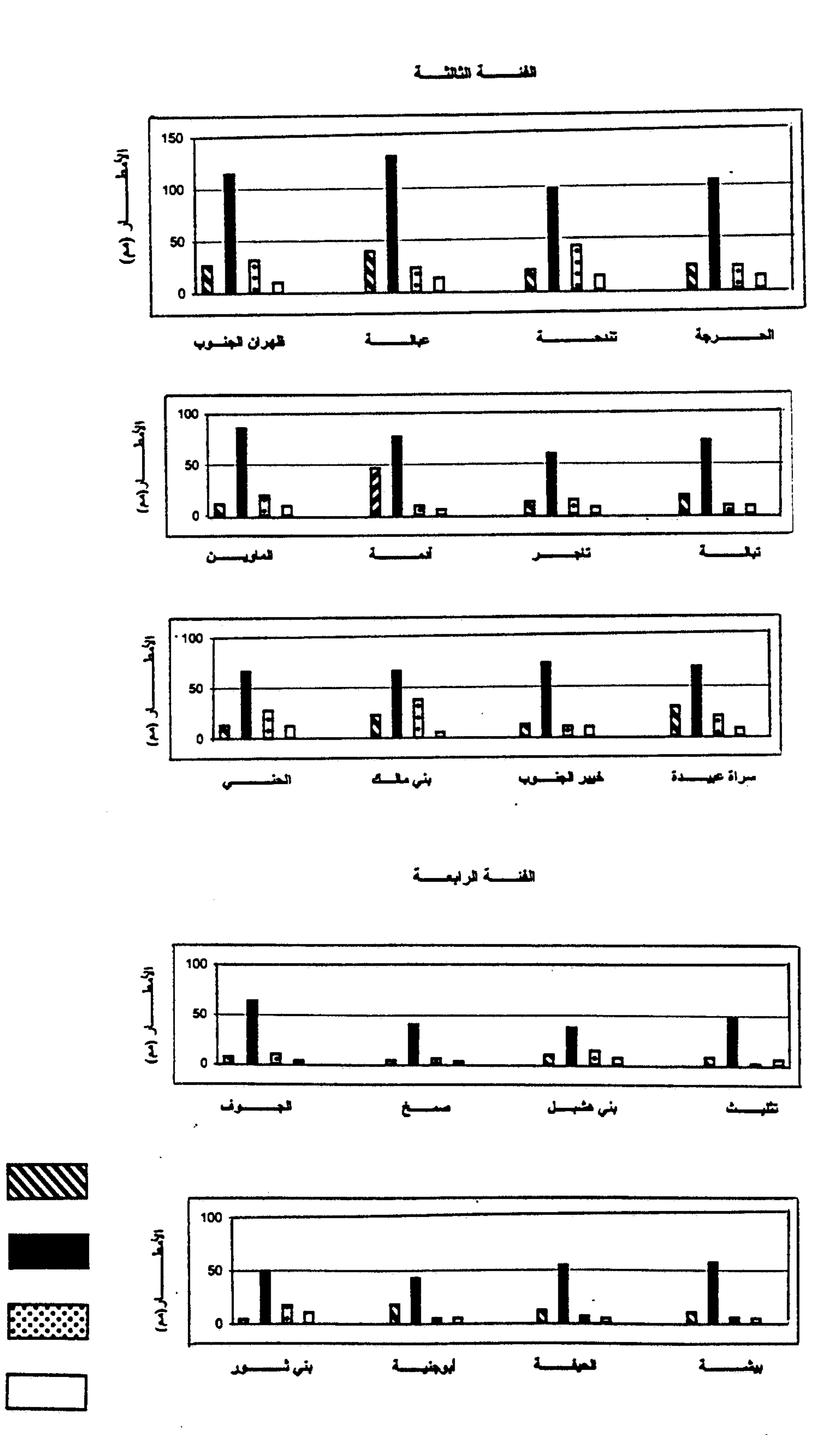
الفئة الثانية







تابع شكل (٦٣)
التغيرات الفصلية للأمطار بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

الفئة الأولى:

تتشـكل مـن (٣) محطات هي: النماص وتمنية وبللسمر ، وتتميز هذه الفئة بالترتيب الموالي للفصول حسب معدلات الأمطار فيها جدول (٤٢).

(١) فصل الربيع.

تتميز قيم معدلات فصل الربيع بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٢٠٥,٨ مم في بللسمر و١٩٠,٢ مم في تمنية.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٢٦٤,٦ مم في بللسمر و٢١٠,١ مم في النماص.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٤٨٩,٤ مم في تمنية و ٣٧٢,٤ مم في النماص.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٥١,٠ مم في بللسمر و١٦,٠ مم في تمنية.

هـ - إسـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٦٨%) في بللسمر و(٤٨%) في النماص.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٥٣%) في بللسمر و(٤٤%) في النماص وتمنية.

ويلاحـظ على هذه الفئة بالنسبة لفصل الربيع أن محطة بللسمر تمثل أعلى المعدلات لجميـع المـتغيرات باسـتثناء الأمطار السنوية القصوى التي تتميز بها محطة تمنية، بينما تمثل محطة النماص أقل المعدلات.

وتـتأثر معدلات الأمطار في هذا الفصل بعامل الارتفاع الذي يتراوح بين ٢٦٠٠ م في محطـة النماص و٢٢٥٠ م في محطة بللسمر، وكذلك بعامل البعد عن البحر الذي يتراوح بين ١٣٣ كـم بالنسـبة لمحطة النماص و١٢٠ كم بالنسبة لمحطة بللسمر. ويعرف هذا الفصل بداية الارتفـاع التدريجي لدرجات الحرارة في بطون الأودية والأراضي المنخفضة، مما يساعد على زيـادة نشـاط تيـارات الحمل الصاعدة التي تساعدها الارتفاعات الكبيرة على الوصول لطبقات الجو الأكثر برودة التي يتكاثف بها بخار الماء على شكل أمطار.

(٢) فصل الشتاء.

تتميز قيم معدلات فصل الشتاء بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٢٤,٥ مم في النماص و ٥٩,٣ مم في بللسمر.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١٤٠,٤ مم في النماص و١١٣,٣ مم في تمنية.

ج - معـدلات أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٣٧٨,٢ مم في النماص و٢٠٣,٠ مم في تمنية.

جدول (٤٢)
تغيرات معدل الأمطار للفئات الفصلية في محطات المنطقة الجبلية بعسير
١٩٧٠ ـ ١٩٩٧م

أنواع الفئات		المعدل المطلق (مم)	المعدل الفعلي (مم)	الأمطار القصوى (مم)	الأمطار الصغرى (مم)	% معدل الفصل من معدل الأمطار السنوي المطلق	% معدل الفصل من معدل الأمطار السنوي الفعلي
الفئة الأولى ٣ محطات	الربيع	٢٠٥,٨ بللسمر ١٩٠,٢ تمنية	٢٦٤,٦ بللسمر ٢١٠,١ النماص	٤٨٩,٤ تمنية ٣٧٢,٤ النماص	٥١,٠ بللسمر ١٦,٠ تمنية	٦٨ % بللسمر ٤٨ % النماص	٥٣ % بللسمر ٤٤ % (النماص + تمنية)
	الشتاء	١٢٤,٥ النماص ٥٩,٣ بللسمر	١٤٠,٤ النماص ١١٣,٣ تمنية	٣٧٨,٢ النماص ٢٠٣,٠ تمنية	١٤,٤ النماص ٩,٠ (تمنية + بللسمر)	٣٠ % النماص ٢٠ % بللسمر	٣٠ % النماص ٢١ % تمنية
	الصيف	٨٧,٦ تمنية ١٦,٤ بللسمر	١١٢,٩ تمنية ٤٩,٩ بللسمر	٢٤٠,٠ تمنية ١٠٠,٩ بللسمر	٥,٠ تمنية ٠,٨ النماص	٢٣ % تمنية ٥ % بللسمر	٢١ % تمنية ١٠ % بللسمر
	الخريف	٤٠,٤ النماص ٢١,٢ بللسمر	٧٣,٧ تمنية ٥٧,٠ النماص	٢٠٣,٦ النماص ١٥٥,٦ تمنية	١,٥ بللسمر ١,٠ تمنية	١٠ % (تمنية + النماص) ٧ % بللسمر	١٤ % (بللسمر + تمنية) ١٢ % النماص
الفئة الثانية ١٢ محطة	الربيع	١٦٥,٥ الزهراء ٨٥,٩ يعرى	٢٣١,٨ تنومة ١١٧,٦ خ. مشيط	٥٦٢,٠ تنومة ٢٤٣,٠ خ. مشيط	٣٥,٧ آل عامر ٢,٦ السودة	٧١ % يعرى ٤٣ % السودة	٥٤ % سبت العلايا ٣٨ % السودة
	الشتاء	٧٠,٣ تنومة ٩,٠ يعرى	١٤٩,٨ تنومة ٥٢,٦ خ. مشيط	٢٩٦,٥ تنومة ٨٨,٠ يعرى	١٧,٠ تنومة ٠,١ خ. مشيط	٢٧ % (بني عمرو + تنومة) ٧ % يعرى	٣٠ % تنومة ١٢ % علكم
	الصيف	١١٩,٢ علكم ١٥,٨ تنومة	١٣٧,٦ السودة ٣٠,٠ بني عمرو	٢٤٢,٠ خ. مشيط ٨٦,٥ تنومة	٣١,٨ آل عامر ٠,٢ بني عمرو	٣٦ % علكم ٦ % تنومة	٣٠ % (علكم + يعرى) ١١ % تنومة
	الخريف	٣٩,٤ السودة . ٨,١ يعرى	٩٨,٤ الزهراء ١٨,٩ بني عمرو	٢٤٠,٧ الزهراء ٦٠,٤ خ. مشيط	٧,٩ آل عامر ٠,٢ خ. مشيط	١٣ % الزهراء ٧ % (عدة محطات)	٢٣ % الزهراء ٧ % بني عمرو
الفئة الثالثة ١٢ محطة	الربيع	١٣٠,٥ عبالة ٥٩,٩ تاجر	١٦٩,٩ الحرجة ٧٤,٩ الحني	٣٨٤,٠ تبالة ١٧٨,٨ تاجر	٢٠,٠ تبالة ٠,٢ س. عبيدة	٦٩ % خ. الجنوب ٥٠ % بني مالك	٥٦ % عبالة ٣٥ % بني مالك
	الشتاء	٤٦,٢ أدمة ١١,٢ الماوين	٨٧,٢ الماوين ٢١,٩ الحني	٢٣٠,٨ أدمة ٧٦,٠ تاجر	٥,٩ بني مالك ٠,٢ (الحني + س. عبيدة)	٣٣ % أدمة ١١ % (تندحة + الجنى)	٣٤ % أدمة ١٤ % الحني
	الصيف	٤٢,٢ تندحة ١٠,٣ خ. الجنوب	١١٩,١ الحرجة ١٧,٠ أدمة	٢٠٢,٩ تندحة ٤٨,٠ خ. الجنوب	١٠,٠ الحرجة ٠,٢ (عدة محطات)	٢٨ % بني مالك ٧ % أدمة	٢٦ % الحرجة ٩ % أدمة
	الخريف	١٣,٠ تندحة ٥,٠ بني مالك	٨٧,٦ الحرجة ١٠,٠ أدمة	١٨٤,٠ الحرجة ٢٢,٢ أدمة	٣,٠ الحرجة ٠,٢ (عدة محطات)	١٠ % الحني ٤ % (أدمة + بني مالك)	١٩ % (الحرجة + تبالة) ٥ % أدمة
الفئة الرابعة ٨ محطة	الربيع	٦٣,٨ الجوف ٣٧,٣ ابن هشبل	٩١,٩ الجوف ٤٨,١ ابن هشبل	٢٣٥,٤ الحيفة ٩٠,٩ ابن هشبل	١٦,٠ بيشة ٠,٤ صمخ	٧٦ % الجوف ٥٥ % ابن هشبل	٥٠ % (بيشة + صمخ) ٣٢ % بني ثور
	الشتاء	١٧,٩ أبو جنية ٤,٢ بني ثور	٧١,٢ الجوف ١٤,٤ صمخ	١٢٠,٠ أبو جنية ١٨,٥ بني ثور	٦,٠ الجوف ٠,٢ (عدة محطات)	٢٥ % أبوجنية ٨ % (صمخ + الجوف)	٣٥ % أبوجنية ١٣ % بني ثور
	الصيف	١٧,٠ بني ثور ١,٥ تثليث	٧٩,٦ الجوف ٧,٧ تثليث	٩٥,٠ ابن هشبل ١٩,٢ تثليث	٨,٠ الجوف ٠,١ تثليث	٢١ % (بني ثور + ابن هشبل) ٢ % تثليث	٣٠ % الجوف ٦ % تثليث
	الخريف	١٠,٣ بني ثور ٣,٠ صمخ	٦٧,٤ بني ثور ١٥,٣ صمخ	٧٤,٧ بني ثور ٢٠,٠ أبوجنية	٤,٥ بني ثور ٠,٢ (عدة محطات)	١٣ % بني ثور ٤ % الجوف	٢٩ % بني ثور ١٠ % الجوف

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

د - معدلات أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٤,٤ مم في النماص و ٩,٠ مم في تمنية وبللسمر.

هـ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٠%) في النماص و(٢٠%) في بللسمر.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسب تتراوح بين (٣٠%) في النماص و(٢١%) في تمنية.

ويتضـــح ممـــا ســـبق أن معـــدلات أمطـــار محطة النماص تمثل القيم القصوى لجميع المتغيرات المذكورة في حين مثّلت محطتا بللسمر وتمنية القيم الصغرى لنفس المتغيرات.

ويتأثر معدل الأمطار لفصل الشتاء بعامل الارتفاع حيث تتماثل معدلات الأمطار لمحطة الـنماص مـــع ارتفاعها الذي يصل ٢٦٠٠ م بالإضافة لوقوعها على السفوح الغربية التي تتأثر برطوبة الرياح الشمالية الغربية القادمة من البحر المتوسط في هذا الفصل.

(٣) فصل الصيف

تتميز قيم معدلات فصل الصيف بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٨٧,٦ مم في تمنية و ١٦,٤ مم في بللسمر.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١١٢,٩ مم في تمنية و ٤٩,٩ مم في بللسمر.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٤٠,٠ مم في تمنية و ١٠٠,٩ مم في بللسمر.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٥,٠ مم في تمنية و ٠,٨ مم في النماص.

هـ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٣%) في تمنية و(٥%) في بللسمر.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢١%) في تمنية و(١٠%) في بللسمر.

وتـــتأثر معـــدلات أمطـــار فصل الصيف كثيراً بعامل الارتفاع ومواقع المحطات في السفوح المواجهة للرطوبة بالنسبة للرياح الجنوبية الغربية الموسمية.

(٤) فصل الخريف.

تتميز قيم معدلات فصل الخريف بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٠,٤ مم في النماص و ٢١,٢ مم في بللسمر.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧٣,٧ مم في تمنية و ٥٧,٠ مم في النماص.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٠٣,٦ مم في النماص و ١٥٥,٦ مم في تمنية.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١,٥ مم في بللسمر و ١,٠ مم في تمنية.

هـ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٠%) في تمنية والنماص و(٧%) في بللسمر.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٤%) في بللسمر و تمنية و(١٢%) في النماص.

وتمـــثل معـــدلات هـــذا الفصل أقل المعدلات للأمطار، وكذلك أدنى النسب من حيث إسهامها في معدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية على السواء.

الفئة الثانية.

تتشـــكل من (١٢) محطة هي: تنومة وعلكم وصبح بللحمر وسبت العلايا وآل عامر وخميـــس مشيط والزهراء والسودة وسر لعصان وأبها ومركز بني عمرو ويعرى . وتتميز هذه الفـــئة بقيـــم معـــدلات أمطار تقل عن سابقتها في جميع فصول السنة ويستثنى من ذلك معدلات أمطار فصل الربيع التي مازالت تسجل أعلى الكميات.

(١) فصل الربيع.

تتميز قيم معدلات فصل الربيع بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٦٥,٥ مم في الزهراء و٨٥,٩ مم في يعرى.

ب - معـــدلات أمطـــار فعـــلية تتراوح بين ٢٣١,٨ مم في تنومة و١١٧,٦ مم في خميس مشيط.

ج - أمطـــار ســـنوية قصوى تتراوح بين ٥٦٢,٠ مم في تنومة و٢٤٣,٠ مم في خميس مشيط.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٣٥,٧ مم في آل عامر و٢,٦ مم في السودة.

هـ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٧١%) في يعرى و(٤٣%) في السودة.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٥٤%) في سبت العلايا و(٣٨%) في السودة.

وتتراوح ارتفاعات المحطات في هذه الفئة بين ٢٨٢٠ م في السودة و ١٢٠٠ م في مركـــز بـــني عمـــرو، و تبعد بمسافة عن البحر تتراوح بين ١٨٨ كم في يعرى و ٩٥ كم في السودة.

وتـــتأثر معـــدلات أمطـــار محطـــات هذه الفئة لفصل الربيع، بمواقعها على السفوح الشمالية والشمالية الشرقية المواجهة للرياح الشمالية الرطبة القادمة من البحر المتوسط.

(٢) **فصل الشتاء.**

تـــأتي معدلات أمطار فصل الشتاء في الفئة الثانية بعد معدلات أمطار فصل الصيف من حيـــث الكميـــة بالنسبة للمتغير أ، هـــ، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار فصل الربيع وتتميز بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٧٠,٣ مم في تنومة و ٩ مم في يعرى.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١٤٩,٨ مم في تنومة و ٥٢,٦ مم في خميس مشيط.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٩٦,٥ مم في تنومة و ٨٨,٠ مم في يعرى.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٧,٠ مم في تنومة و ٠,١ مم في خميس مشيط.

هـــ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٧%) في مركز بني عمرو و تنومة و(٧%) في يعرى.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٠%) في تنومة و(١٢%) في علكم.

وتـــتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الشتاء بموقع المحطات في السفوح المواجهـــة أكثر من تأثرها بعامل الارتفاع، فمحطتا السودة والزهراء اللتان تقعان على ارتفاعات ٢٨٢٠ م و ٢٤٠٠ م على التوالي تتلقيان كميات أمطار أقل من الكميات المسجلة بمحطة تنومة التي تتميز بأعلى الكميات لجميع المتغيرات المذكورة وهي تقع على ارتفاع ٢١٠٠ م .

(٣) **فصل الصيف.**

تـــأتي معدلات أمطار فصل الصيف في الفئة الثانية بعد معدلات أمطار فصل الربيع من حيـــث الكميـــة بالنسبة للمتغير أ،هـــ، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار فصل الشتاء وتتميز بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١١٩,٢ مم في علكم و١٥,٨ مم في تنومة.

ب - معـــدلات أمطـــار فعلية تتراوح بين ١٣٧,٦ مم في السودة و ٣٠,٠ مم في مركز بني عمرو.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٤٢,٠مم في خميس مشيط و٨٦,٥ مم في تنومة.

د - أمطـــار ســـنوية صغرى تتراوح بين ٣١,٨ مم في آل عامر و ٠,٢ مم في مركز بني عمرو.

هـــ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٦%) في علكم و(٦%) في تنومة.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٠%) في علكم ويعرى و(١١%) في تنومة.

وتـــتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الصيف بعامل الارتفاع كما تعكسه معدلات الأمطار الفعلية في المحطات المرتفعة مثل السودة و الأمطار السنوية القصوى بمحطة خميـــس مشيط ، ومعدلات الأمطار الفعلية والأمطار السنوية الصغرى بمحطة مركز بني عمرو التي تقع على ارتفاع ١٢٠٠ م.

ولا يقتصـــر تأثر معدلات الأمطار بعامل الارتفاع، بل تتأثر معدلات بعض المحطات بـــبعدها عـــن مواجهـــة الـــرياح الرطبة، كما يعكسه المعدل السنوي المطلق والأمطار السنوية القصوى ونسبة إسهام أمطار الفصل لمعدل الأمطار السنوي المطلق و الفعلي بمحطة تنومة التي تقـــع عـــلى ارتفاع ٢١٠٠ م. وقد يعزى ذلك لموقع هذه المحطة على السفوح الشمالية الشرقية البعيدة نوعاً ما عن الرياح الرطبة في هذا الفصل.

(٤) فصل الخريف.

يأتي معدل أمطار فصل الخريف بعد معدل أمطار فصل الصيف من حيث الكمية ويتميز بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٣٩,٤ مم في السودة و ٨,١ مم في يعرى.

ب - معـــدلات أمطـــار فعلية تتراوح بين ٩٨,٤ مم في الزهراء و ١٨,٩ مم في مركز بني عمرو.

ج - أمطـــار ســـنوية قصوى تتراوح بين ٢٤٠,٧ مم في الزهراء و ٦٠,٤ مم في خميس مشيط.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٧,٩ مم في آل عامر و ٠,٢ مم في خميس مشيط.

هـ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٣%) في الزهراء و(٧%) في أبها و تنومة وصبح بللحمر ويعرى.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٣%) في الزهراء و(٧%) في مركز بني عمرو.

وتـــتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الخريف بعاملي الارتفاع والبعد عن الـــبحر معـــاً، كما تعكسه معدلات الأمطار بمحطة السودة التي تقع على ارتفاع ٢٨٢٠ م وهي تـــبعد عـــن الـــبحر بمسافة ٩٥ كم، في حين تقل معدلات الأمطار في المحطات الأقل ارتفاعاً والأكـــثر مسافة عن البحر، كما تعكسه معدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية بمحطة يعرى

الـــتي تقـــع على ارتفاع ١٨٨٠ م وتبعد بمسافة ١٨٨ كم عن البحر و بمحطة مركز بني عمرو التي تقع على ارتفاع ١٢٠٠ م وتبعد بمسافة ١٥٥ كم عن البحر.

الفئة الثالثة.

تتشـــكل مـــن (١٢) محطة هي : ظهران الجنوب وعبالة وتندحة والحرجة والماوين وأدمـــة وتاجـــر وتـــبالة وسراة عبيدة وبني مالك والحني وخيبر الجنوب . وتتسم هذه الفئة بقيم معدلات أمطار تقل عن سابقتها في جميع الفصول كالتالي :

(١) فصل الربيع.

وتسجل قيم معدلات الأمطار في فصل الربيع أعلى الكميات وتتميز بالآتي :

أ – معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٣٠,٥ مم في عبالة و ٥٩,٩ مم في تاجر.

ب – معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١٦٩,٩ مم في الحرجة و ٧٤,٩ مم في الحني.

ج – أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٣٨٤,٠ مم في تبالة و ١٧٨,٨ مم في تاجر.

د – أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٢٠,٠ مم في تبالة و ٠,٢ مم في سراة عبيدة.

هـــ – إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٦٩%) في خيبر الجنوب و(٥٠%) في بني مالك.

و – إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٥٦%) في عبالة و(٣٥%) في بني مالك.

وتـــتراوح ارتفاعـــات المحطات في هذه الفئة بين ٢٤٨٠ م في عبالة و ١٠٢٠ م في تبالة، وبمسافة تبعد عن البحر تراوحت بين ٢٠٠ كم في تبالة و ١٠٨ كم في بني مالك.

وتـــتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الربيع بعاملي الارتفاع و البعد عن الـــبحر كمـــا تعكســـه قيـــم معدلات الأمطار المطلقة والفعلية في محطتي عبالة والحرجة على التوالي.

(٢) فصل الشتاء.

تـــأتي قيـــم معدلات الأمطار في فصل الشتاء في الفئة الثالثة بعد معدلات أمطار فصل الصـــيف مـــن حيـــث الكمية بالنسبة للمتغير ب،د، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار فصل الربيع وتتميز بالآتي :

أ – معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٦,٢ مم في أدمة و ١١,٢ مم في الماوين.

ب – معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٨٧,٢ مم في الماوين و ٢١,٩ مم في الحني.

ج – أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٣٠,٨ مم في أدمة و ٧٦,٠ مم في تاجر.

د - أمطـــار سنوية صغرى تتراوح بين ٥,٩ مم في بني مالك و٠,٢ مم في الحني وسراة عبيدة.

هـ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٣%) في أدمة و(١١%) في تندحة والحني.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٤%) في أدمة و(١٤%) في الحني.

وتـــتأثر قيـــم معـــدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الشتاء بعاملي الارتفاع كثيراً والـــبعد عـــن البحر حيث سجلت المحطات الأكثر ارتفاعاً والأقل بعداً عن البحر القيم القصوى لجميع المتغيرات كمحطات الماوين وأدمة وبني مالك .

(٣) فصل الصيف.

وتـــأتي قيـــم معدلات الأمطار في فصل الصيف في الفئة الثالثة بعد معدلات أمطار فصـــل الربيع من حيث الكمية بالنسبة للمتغير ب،د، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار فصل الشتاء وتتميز بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٢,٢ مم في تندحة و١٠,٣ مم في خيبر الجنوب.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١١٩,١ مم في الحرجة و١٧,٠ مم في أدمة.

ج - أمطـــار ســـنوية قصـــوى تـــتراوح بين ٢٠٧,٩ مم في تندحة و٤٨,٠ مم في خيبر الجنوب.

د - أمطـــار ســـنوية صغرى تتراوح بين ١٠,٠ مم في الحرجة و٠,٢ مم في عبالة وتبالة وسراة عبيدة.

هـ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٨%) في بني مالك و(٧%) في أدمة.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٦%) في الحرجة و(٩%) في أدمة.

وتتأثر معدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الصيف بموقع المحطات في عروض جـــنوبية أكـــثر مـــن محطات الفئة الثانية، مما جعلها في أول طريق الرياح الجنوبية والجنوبية الغـــربية الرطـــبة لهذا الفصل، و كما تعكسه معدلات الأمطار للقيم القصوى والصغرى المطلقة والفعـــلية، و نسبة إسهام الفصل للمعدلات المطلقة والفعلية في كل من محطات تندحة والحرجة وبني مالك .

(٤) فصل الخريف.

وتــأتي قيم معدلات الأمطار في فصل الخريف بعد معدلات الأمطار في فصل الصيف من حيث الكمية و تتميز بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٣,٠ مم في تندحة و ٥,٠ مم في بني مالك.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٨٧,٦ مم في الحرجة و ١٠,٠ مم في أدمة.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ١٨٤,٠ مم في الحرجة و ٢٢,٢ مم في أدمة.

د - أمطــار سنوية صغرى تتراوح بين ٣,٠ مم في الحرجة و ٠,٢ مم في ظهران الجنوب وأدمة وسراة عبيدة والحني.

هـ - إســهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٠%) في الحني و(٤%) في أدمة وبني مالك.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٩%) في الحرجة و تبالة و(٥%) في أدمة.

وتتأثر معدلات الأمطار في محطات هذه الفئة لفصل الخريف بعاملي الارتفاع وموقع المحطــة فــي عــروض جــنوبية كما تعكسه القيم القصوى لمعدلات الأمطار الفعلية والأمطار الســنوية القصــوى والصغرى ونسبة إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي في محطة الحرجة على التوالي.

الفئة الرابعة.

تتشــكل من (٨) محطات وهي : الجوف وبيشة والحيفة وبني ثور وأبو جنية وتثليث ووادي ابــن هشبل وصمخ ، وتسجل معدلات الأمطار فيها قيماً منخفضة مقارنة بالفئات السابقة في جميع فصول السنة وتتسم معدلات الأمطار فيها حسب فصول السنة بالتالي :

(١) فصل الربيع.

تســجل معــدلات الأمطــار في فصل الربيع في هذه الفئة أعلى الكميات كما كانت في غيرها من الفئات، وتتميز بالآتي :

أ - معــدلات أمطــار مطلقة تتراوح بين ٦٣,٨ مم في الجوف و٣٧,٣ مم في وادي ابن هشبل.

ب - معــدلات أمطــار فعــلية تتراوح بين ٩١,٩ مم في الجوف و ٤٨,١ مم في وادي ابن هشبل.

ج – أمطـــار ســـنوية قصوى تتراوح بين ٢٣٥,٤ مم في الحيفة و٩٠,٩ مم في وادي ابن هشبل.

د – أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٦,٠ مم في بيشة و٠,٤ مم في صمخ.

هـ – إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٧٦%) في الجوف و(٥٥%) في وادي ابن هشبل.

و – إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٥٠%) في بيشة وصمخ و(٣٢%) في بني ثور.

وتتراوح ارتفاعات محطات الفئة الرابعة بين ٢٠٦٠ م في محطة الجوف و ٩٧٥ م في محطة تثليث وبمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ٢٨٨ كم كحد **أقصى** في محطة تثليث و ١٣٣ كم كحد **أدنى** في محطة وادي ابن هشبل.

– وتـــتأثر معدلات أمطار بعض محطات هذه الفئة لفصل الربيع بعامل الارتفاع كما تعكسه معدلات الأمطار العظمى المطلقة والفعلية لمحطة الجوف التي تقع على ارتفاع ٢٠٦٠م.

(٢) فصل الشتاء.

تـــأتي قيـــم معدلات الأمطار في فصل الشتاء في الفئة الرابعة بعد معدلات أمطار فصل الصـــيف من حيث الكمية بالنسبة للمتغير ب،د، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدل أمطار فصل الربيع وتتميز بالآتي :

أ – معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٧,٩ مم في أبو جنية و٤,٤ مم في صمخ.

ب – معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧١,٢ مم في الجوف و١٤,٤ مم في صمخ.

ج – أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ١٢٠,٠ مم في أبو جنية و١٨,٥ مم في بني ثور.

د – أمطـــار ســـنوية صغرى تتراوح بين ٦,٠ مم في الجوف و٠,٢ مم في أكثر من محطة مثل بيشة والحيفة وأبو جنية وصمخ.

هـ – إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٥%) في أبو جنية و(٨%) في الجوف وصمخ.

و – إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٥%) في أبو جنية و(١٣%) في بني ثور.

وتـــتأثر معـــدلات أمطـــار بعـــض محطـــات هذه الفئة لفصل الشتاء بعامل الارتفاع ومواقعهـــا فـــي السفوح المواجهة للرياح الرطبة الشمالية والشمالية الغربية، كما تعكسه معدلات الأمطار القصوى المطلقة والفعلية في بعض المحطات كأبو جنية والجوف على التوالي. في حين تعكس القيم الصغرى لمعدلات الأمطار المطلقة والفعلية للأمطار السنوية القصوى، ونسبة إسهام

أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق والفعلي على التوالي، المحطات الأقل ارتفاعاً والأكثر بعداً من البحر وذات المواقع البعيدة عن التيارات الرطبة كما في محطتي بني ثور وصمخ.

(٣) فصل الصيف.

تسجل قيم معدلات الأمطار في فصل الصيف في الفئة الرابعة بعد معدلات أمطار فصل الــربيع من حيث الكمية بالنسبة للمتغير ب،د، أما بقية المتغيرات فتأتي بعد معدلات أمطار فصل الشتاء حيث تسجل بعض المحطات قيماً منخفضة جداً وتتميز بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٧,٠ مم في بني ثور و١,٥ مم في تثليث.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧٩,٦ مم في الجوف و٧,٧ مم في تثليث.

ج - أمطــار ســنوية قصــوى تتراوح بين ٩٥,٠ مم في وادي ابن هشبل و ١٩,٢ مم في تثليث.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٨,٠ مم في الجوف و ٠,١ مم في تثليث.

هـ - إســهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢١%) في بني ثور ووادي ابن هشبل و(٢%) في تثليث.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٣٠%) في الجوف و(٦%) في تثليث.

ومــا زالــت معــدلات أمطار محطات هذه الفئة لفصل الصيف تتأثر بعامل الارتفاع كثيراً وموقع المحطة من العروض الجنوبية مما جعلها قريبة من الرياح الرطبة الجنوبية الغربية فــي فصل الصيف، كما تعكسه القيم القصوى لمعدلات الأمطار الفعلية في الجوف التي تقع على ارتفــاع ٢٠٦٠ م . كمــا نجد بعض محطات هذه الفئة تتأثر بجانب عامل الارتفاع بعامل البعد عــن البحر وبموقعها في السفوح المواجهة الرطبة أكثر من غيرها، كما تعكسه المعدلات الفعلية للأمطار بمحطتي بني ثور ووادي ابن هشبل.

(٤) فصل الخريف.

تســجل قيــم معــدلات الأمطار في فصل الخريف قيماً منخفضة بالنسبة لفصول السنة، وللفصل نفسه بين بقية الفئات السابقة وتتميز بالآتي :

أ - معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ١٠,٣ مم في بني ثور و ٣,٠ مم في صمخ.

ب - معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٦٧,٤ مم في بني ثور و١٥,٣ مم في صمخ.

ج - أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٧٤,٧ مم في بني ثور و ٢٠,٠ مم في أبو جنية.

د - أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ٤,٥ مم في بني ثور و٠,٢ مم في أكثر من محطة كالحيفة وأبو جنية.

هـ - إســـهام أمطار الفصل في المعدل السنوي المطلق للأمطار بنسبة تتراوح بين (١٣%) في بني ثور و(٤%) في الجوف.

و - إسهام أمطار الفصل في المعدل السنوي الفعلي للأمطار بنسبة تتراوح بين (٢٩%) في بني ثور و(١٠%) في الجوف.

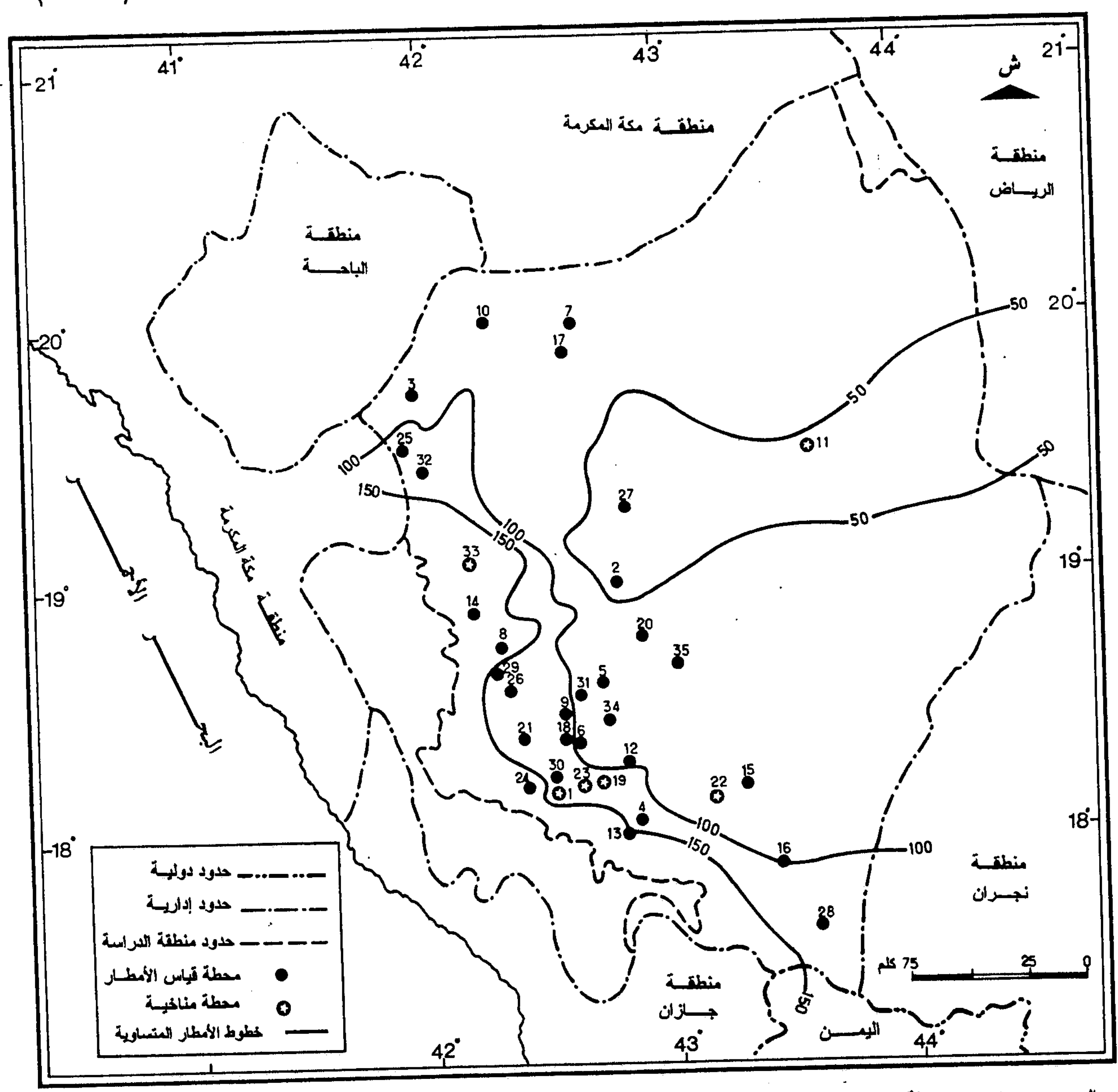
ونتـــبين ممـــا سبق أن قيم معدلات أمطار بعض محطات هذه الفئة لفصل الخريف ما زالـــت تـــتأثر بعامل الارتفاع وموقع المحطة في السفوح الرطبة معاً، كما تعكسه القيم القصوى لمعدلات الأمطار في جميع المتغيرات بمحطة بني ثور على التوالي.

وبالـــنظر فـــي الشـــكلين (٦٤ - ٦٥) للتوزيع المكاني لمعدلات أمطار فصل الربيع المطلقة والفعلية يتضح التالي :

- يـــتماثل الـــتوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية للمعدلات المطلقة والفعلية لمعدلات فصـــل الـــربيع التي تتناقص تدريجياً من الغرب نحو الشرق مع انخفاض ارتفاعات سطح التضاريس بنفس الاتجاه.
- تصـــل معـــدلات الأمطـــار المطلقة لفصل الربيع أقصاها بما يعادل (٢٠٥,٨) مم بمحطة بللســـمر عـــلى ارتفاع (٢٢٥٠) م، وأدناها بما يعادل (٣٧,٣) مم بمحطة وادي ابن هشبل على ارتفاع (١٦٥٠) م.
- تصـــل معـــدلات الأمطـــار الفعلية لفصل الربيع أقصاها بما يعادل (٢٦٤,٦) مم بمحطة بللســـمر عـــلى ارتفاع (٢٢٥٠) م، وأدناها بما يعادل (٤٨,١) مم بمحطة وادي ابن هشبل على ارتفاع (١٦٥٠) م.
- يتناسب التوزيع المكاني لمعدل الأمطار المطلقة والفعلية لفصل الربيع مع التوزيع المكاني لمعدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية.
- يـــتزايد تدريجيـــاً الفـــارق بين معدلات الأمطار الفعلية لفصل الربيع كلما اتجهنا غرباً مع تـــزايد ارتفاعـــات التضاريس مما أدى إلى زيادة عدد خطوط الأمطار المتساوية المناسب لزيادة معدلات الأمطار الفعلية مع الارتفاع التدريجي المتزايد للتضاريس.

شكل (٦٤)

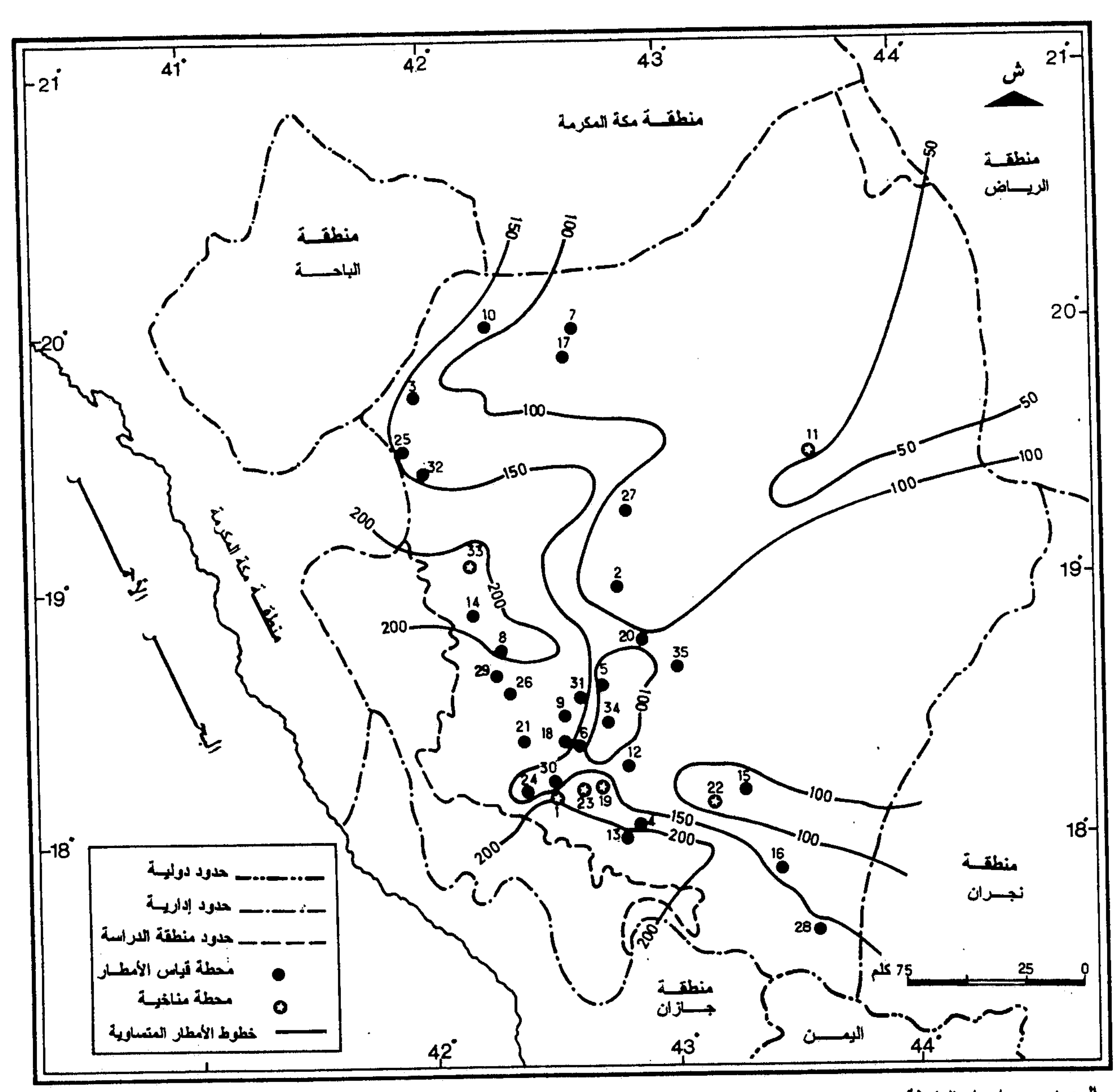
معدل الأمطار الفصلية (المطلقة) لفصل الربيع في منطقة عسير الجبلية ٧٠/١٩٩٧م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

شكل (٦٥)

معدل الأمطار الفصلية (الفعلية) لفصل الربيع في منطقة عسير الجبلية ٧٠/١٩٩٧م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

ويتضح من الشكلين (٦٦ – ٦٧) للتوزيع المكاني لمعدلات أمطار فصل الشتاء المطلقة والفعلية التالي :

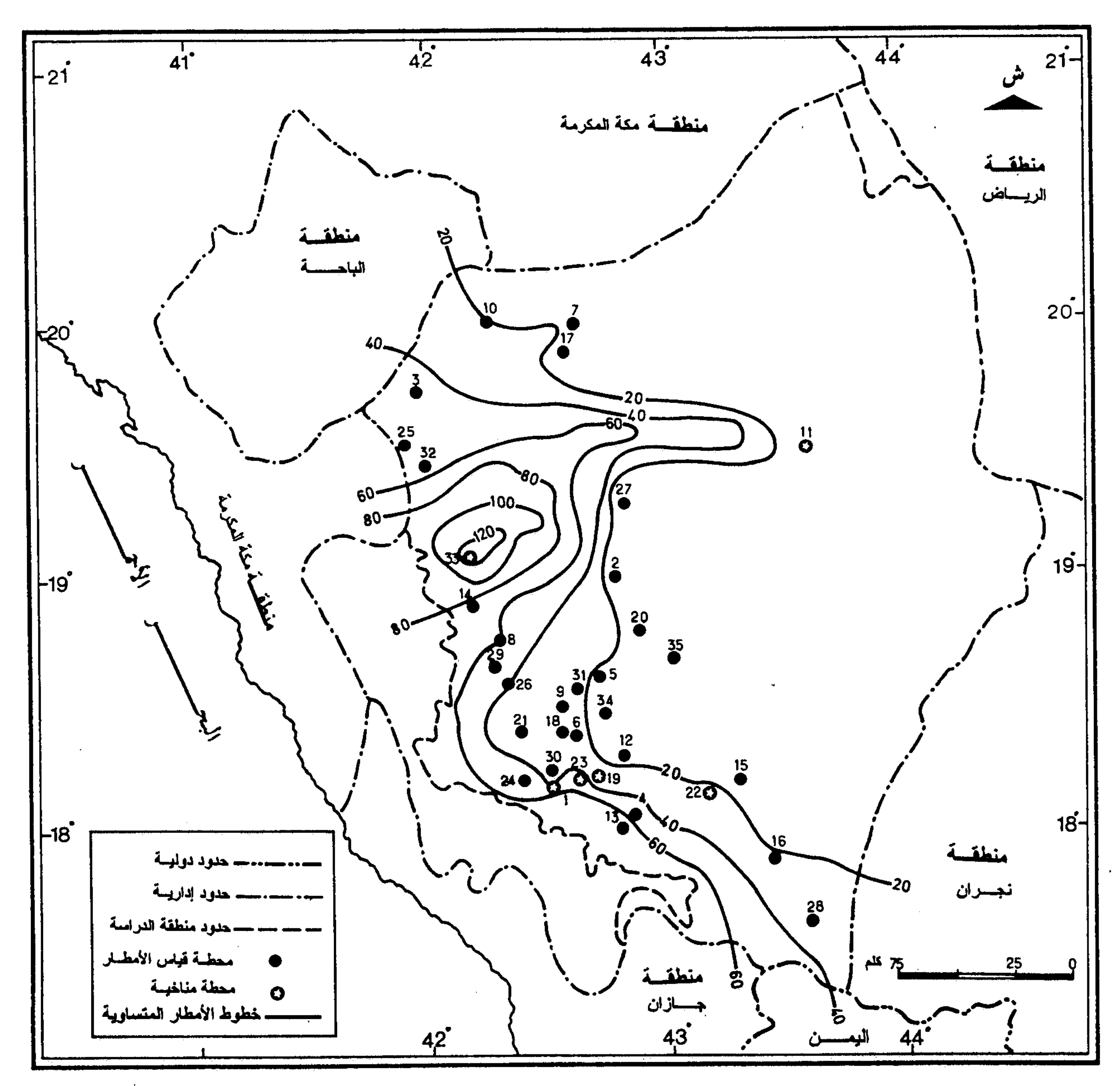
- يتماثل التوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية للمعدلات المطلقة والفعلية لمعدلات فصل الشتاء التي تتناقص تدريجياً مثل تناقص معدلات الأمطار المطلقة والفعلية السنوية والفصلية (فصل الربيع) من الغرب نحو الشرق.
- تصل معدلات الأمطار المطلقة لفصل الشتاء أقصاها بما يعادل (١٢٤,٥) مم بمحطة النماص على ارتفاع (٢٦٠٠) م وأدناها بما يعادل (٤,٢) مم بمحطة بني ثور على ارتفاع (١٧٠٠) م.
- تصل معدلات الأمطار الفعلية لفصل الشتاء أقصاها بما يعادل (١٤٩,٨) مم بمحطة تنومة على ارتفاع (٢١٠٠) م وأدناها بما يعادل (١٤,٤) مم بمحطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م.
- يتناسب التوزيع المكاني لمعدل الأمطار المطلقة والفعلية لفصل الشتاء مع التوزيع المكاني لمعدلات الأمطار السنوية المطلقة والفعلية ومعدلات الأمطار المطلقة والفعلية لفصل الربيع.
- يتزايد تدريجياً الفارق بين معدلات الأمطار الفعلية لفصل الشتاء كلما اتجهنا غرباً مع تزايد ارتفاعات التضاريس مما أدى إلى زيادة عدد خطوط الأمطار المتساوية المناسب لزيادة معدلات الأمطار الفعلية مع الارتفاع التدريجي المتزايد للتضاريس.

وبالنظر في الشكلين (٦٨ – ٦٩) للتوزيع المكاني لمعدلات أمطار فصل الصيف المطلقة والفعلية يتضح التالي :

- يتماثل التوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية للمعدلات المطلقة والفعلية لمعدلات فصل الصيف التي تتناقص تدريجياً من الغرب نحو الشرق بحيث لا تتعدى خطوط الأمطار المتساوية المطلقة والفعلية لهذا الفصل محطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م شرقاً بمعدل أمطار مطلق يصل (٦,١) مم ومعدل أمطار فعلي (٢٢,٣) مم.
- تنقسم المنطقة الجبلية بعسير خلال فصل الصيف إلى نطاقين مطريين نطاق مطير بالغرب ونطاق جاف بالشرق، ويتناسب هذا التوزيع المكاني مع تباين ارتفاعات التضاريس بين غرب المنطقة الجبلية بعسير وشرقها.
- تصل معدلات الأمطار المطلقة لفصل الصيف أقصاها بما يعادل (١١٩,٢) مم بمحطة علكم على ارتفاع (٢٢٠٠) م، وأدناها بما يعادل (١,٥) مم بمحطة تثليث على ارتفاع (٩٧٥) م.

شكل (٦٦)

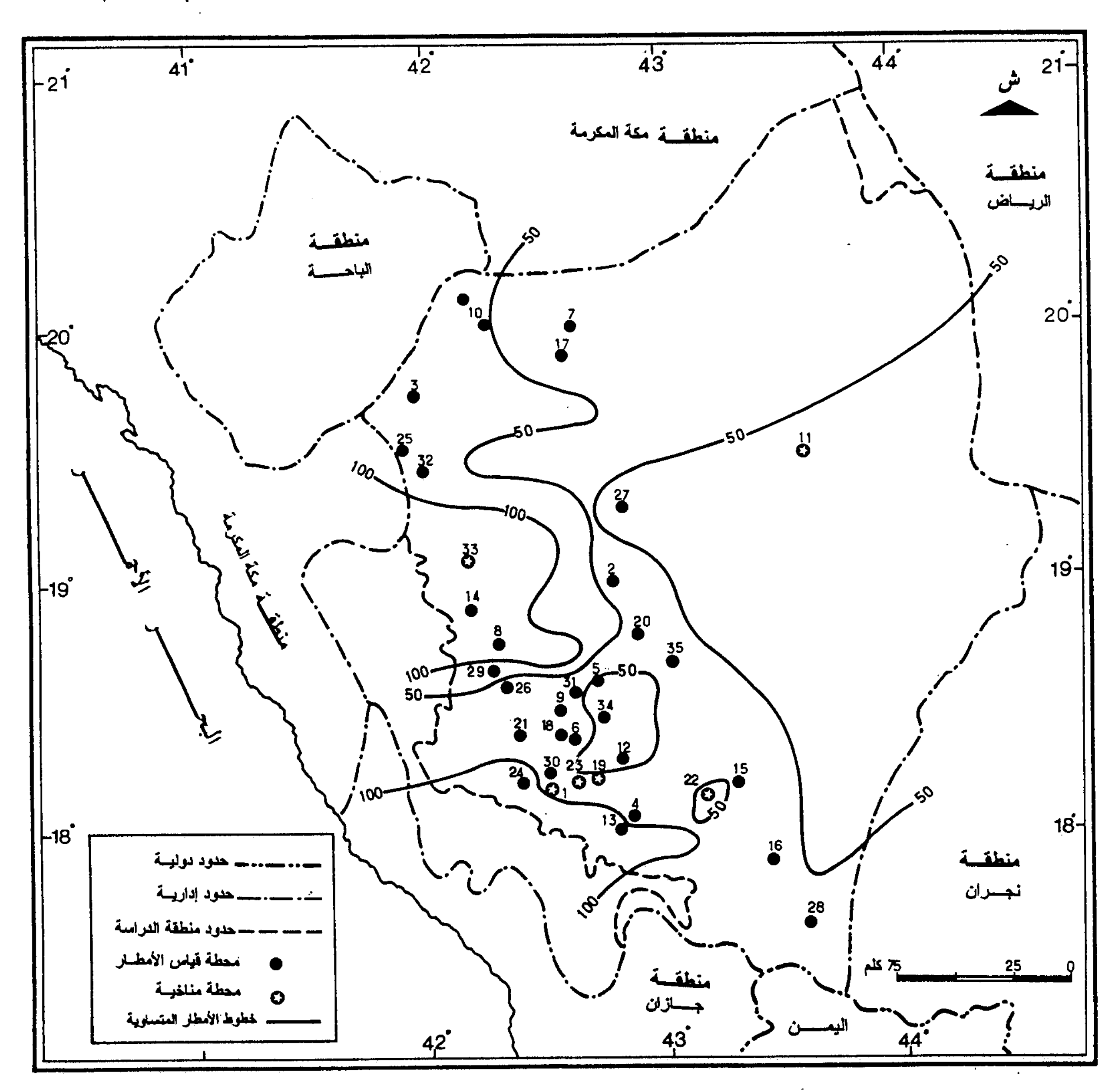
معدل الأمطار الفصلية (المطلقة) لفصل الشتاء في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

شكل (٦٧)

معدل الأمطار الفصلية (الفعلية) لفصل الشتاء في منطقة عسير الجبلية ٧٠/١٩٩٧م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

- تصـــل معـــدلات الأمطـــار الفعلية لفصل الصيف أقصاها بما يعادل (١٣٧,٦) مم بمحطة السـودة على ارتفـاع (٢٨٢٠) م، وأدناها بما يعادل (٧,٧) مم بمحطة تثليث على ارتفاع (٩٧٥) م.
- يـتزايد تدريجيـاً الفارق بين معدلات الأمطار الفعلية لفصل الصيف كلما اتجهنا غرباً مع تـزايد ارتفاعـات التضـاريس ممـا أدى إلى زيادة القيم المطرية المناسب على خطوط الأمطـار المتسـاوية لـزيادة معـدلات الأمطـار الفعلية مع الارتفاع التدريجي المتزايد للتضاريس.

ومن خلال التوزيع الفصلي للأمطار بالمنطقة الجبلية بعسير يتضح الآتي :

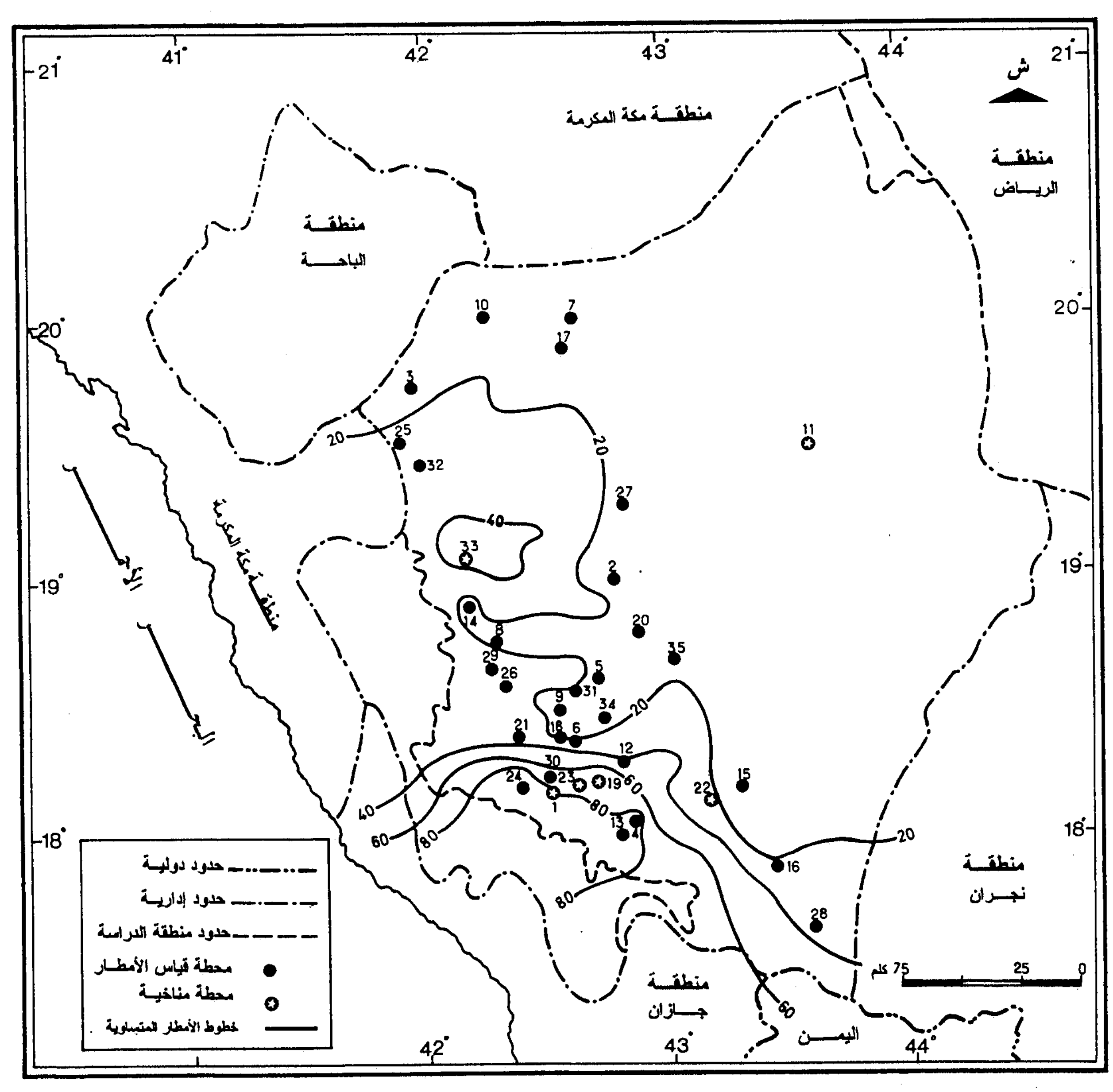
١- لأن فصـل الربيع يمثل المرتبة الأولى بين فصول السنة وبين فئات التوزيع الفصلية، من حيـث قيـم معـدلات الأمطار، ويرجع السبب في ذلك إلى أن هذا الفصل تبدأ فيه درجة الحـرارة بالارتفـاع التدريجي فتعمل على زيادة نشاط التبخر وتيارات الحمل الصاعدة. بالإضـافة لـتأثر منطقة عسير الجبلية بالاضطرابات الجوية الناشئة فوق البحر المتوسط الشرقي، ومنخفض البحر الأحمر المحلي، اللذين يعملان على تقابل الكتل الهوائية البحرية الـباردة مع الكتل الهوائية المدارية الدافئة الرطبة خاصة في حالة اندماجهما مع الوضعية الجويـة السـائدة فـي شرق المتوسط، بالإضافة إلى عامل التضاريس وبالتالي تتعرض للمنخفضات الجوية الشتوية المتأخرة أحياناً والعواصف الرعدية الممطرة بغزارة.

٢- يتـناوب فصـلا الشـتاء والصيف في الأهمية بعد فصل الربيع على مستوى قيم معدلات الأمطـار بالنسبة لمنطقة عسير الجبلية مع ظهور بعض التباين الطفيف لبعض المحطات داخـل الفـئة الواحـدة أكثر من مستوى المنطقة ككل. ويتميز فصل الشتاء بمنطقة عسير الجبـلية بانخفاض درجة الحرارة وتأثره بالاضطرابات الجوية الناشئة فوق شرق المتوسط وتقابل الكتل الهوائية القارية شبه القطبية الباردة مع الكتل الهوائية المدارية البحرية الحارة ويـنجم عـن ذلـك نشـأة الأعاصير الجوية التي تتحرك شرقاً وأحياناً تتسبب في سقوط الأمطار الغزيرة.

٣- فـي فصـل الصـيف تخضع الأراضي الجبلية في عسير لآليات التفاعل بين منخفضين حـراريين رئيسـيين: هما منخفض الهند الموسمي ومنخفض السودان، فتتعرض للتيارات الهوائيـة الجنوبية الغربية الرطبة التي تؤدي إلى سقوط أمطار مهمة وغزيرة، كما يلعب عـامل ارتفاع السروات في تحقيق الآلية الأدياباتية لتصاعد التيارات الرطبة على السفوح المقابلة وبالتالي تراكم الغيوم التي تؤدي إلى حدوث تكرار العواصف الرعدية المؤدية إلى سـقوط الأمطـار بغزارة على المحطات التي تتمتع بمواقع ذات عروض جنوبية بالنسبة لمـنطقة عسـير ككـل و فـي السفوح المواجهة للرطوبة أكثر من غيرها، بالإضافة إلى ارتفاعها وقربها من البحر.

شكل (٦٨)

معدل الأمطار الفصلية (المطلقة) لفصل الصيف في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

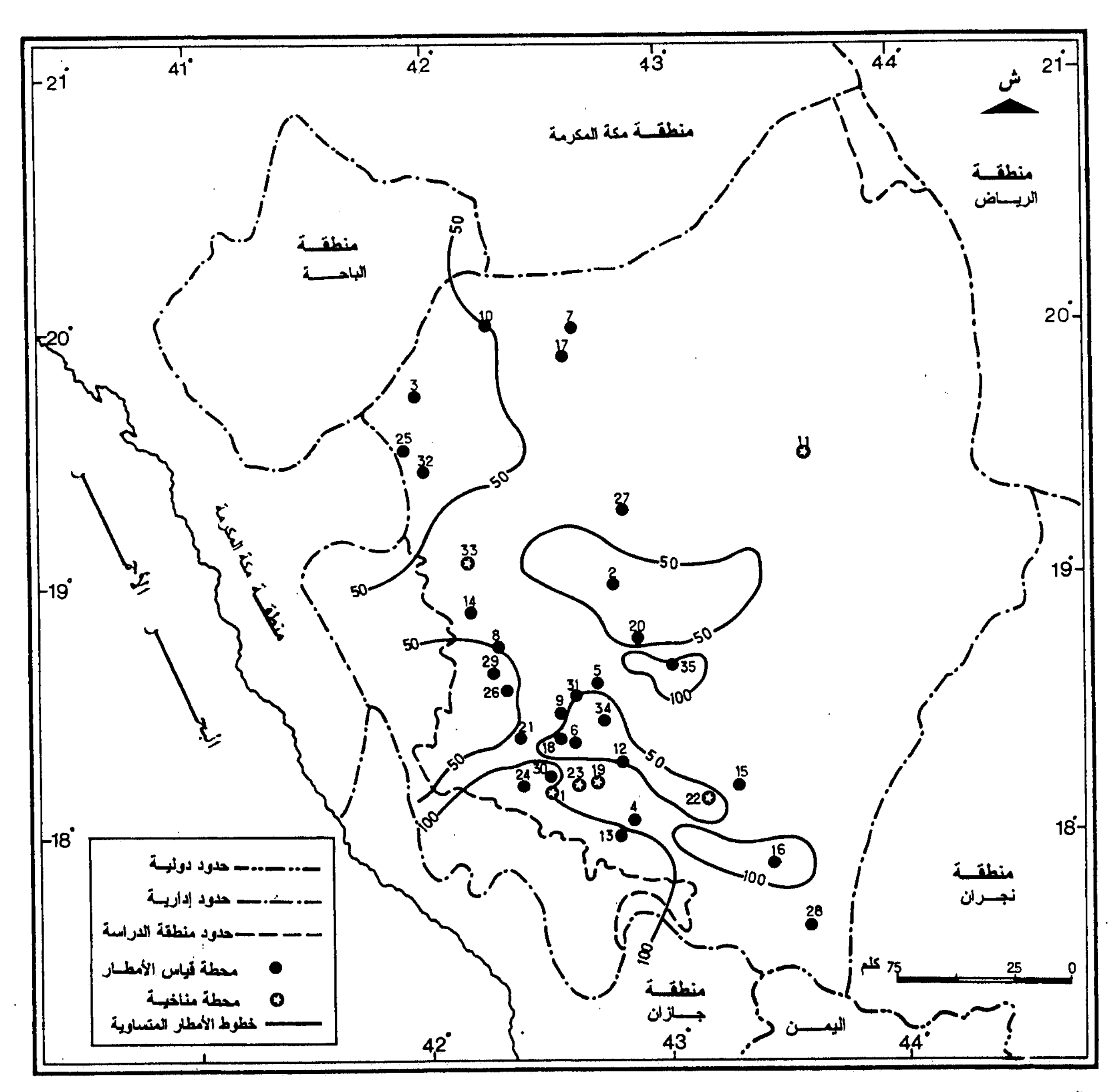
٤ – إن فصـــل الخريف يمثل المرتبة الرابعة بين فصول السنة وبين فئات التوزيع بالنسبة لقيم معدلات الأمطار، وقد يعزى ذلك لانخفاض قيم معدلات الأمطار فيه. وهو فصل انتقالي، تبدأ فيه سيطرة الظروف المناخية التي كانت سائدة في فصل الربيع، حيث يتأثر بالوضعية الجويـــة الســـائدة شرق المتوسط ومنخفض البحر الأحمر ومنخفض السودان، وتتقابل فيه الكتل الهوائية المختلفة التي تؤدي إلى نشأة المنخفضات الجوية المبكرة.

وبالـــنظر في جدول (٤٣) يتضح أن نسب ومعدلات شهور فصل الربيع تحتل المرتبة الأولى بيـــن شـــهور السنة وهي تمثل بالفعل شهوراً مطيرة بالنسبة للمعدل الشهري في المنطقة الـــذي يتراوح بين ١٥,٣ مم– ٢٥,٣ مم للمعدلات المطلقة والفعلية على التوالي. كما أن نسب تـــلك المعدلات أعلى بكثير من النسبة المثالية في المنطقة ٨,٣%. أما بالنسبة لفصل الشتاء فتعُد شـــهوره جافـــة عـــلى مستوى المنطقة وتكون مطيرة على مستوى المحطة في بعض محطات المنطقة رغم أن نسبة إسهام معدلات الأمطار فيه للمعدل السنوي تتماثل مع نسبة إسهام معدلات الأمطـــار لفصـــل الصيف إلا أنها أقل من النسبة المثالية في المنطقة. وتُعد شهور فصل الصيف جافـــة عـــلى مستوى المنطقة وتكون مطيرة على مستوى بعض المحطات رغم أن نسبة إسهام معـــدلات الأمطار فيه للمعدل السنوي تلي معدلات الأمطار في فصل الربيع، لكنها أقل بكثير من المعدل الشهري في المنطقة وأيضاً أقل من النسبة المثالية، ويستثنى من ذلك شهر أغسطس الذي يُعـــد مطيراً بالنسبة لمعدلات الأمطار ونسبة إسهامها بالمعدل السنوي على مستوى المنطقة وفي بعـــض المحطـــات. أما فصل الخريف فتُعد شهوره أيضاً جافة، كما تمثل أقل المعدلات والنسب على مستوى المنطقة والمحطات.

التغيرات الشهرية للأمطار.

يختـــلف التوزيع الشهري لمعدلات الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير بين المحطات الواقعـــة في جبال السروات وبين هضبة عسير الداخلية، هذا التباين هو انعكاس للاختلافات بين الأشهر الممطرة والأشهر الجافة، ولتحديد مفهوم الشهر المطير فقد اختلف كثير من الباحثين في تقديـــره، فالـــبعض حدد الشهر المطير عندما يكون المتوسط الشهري للأمطار (بالملم) أكثر من ضـــعف المتوســـط الشهري لحرارة ذلك الشهر (بالدرجات المئوية) محمدين، (١٩٨١م). وهناك تحديـــد آخر لاعتبار الشهر مطيراً، وذلك إذا زادت كمية المطر في ذلك الشهر عن (١٠%) من المتوســـط السنوي، التوم، (١٩٧٤م)، ويظهر أن عدم الاتفاق في تحديد مفهوم الشهر المطير قد أرجعه البعض إلى اختلاف القيمة الفعلية للأمطار من منطقة لأخرى.

شكل (٦٩)
معدل الأمطار الفصلية (الفعلية) لفصل الصيف في منطقة عسير الجبلية ٧٠/١٩٩٧م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

جدول (٤٣)

النسبة المئوية لمعدلات الأمطار المطلقة الشهرية والفصلية من المعدل السنوي في محطات المنطقة الجبلية بعسير ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

الشهر	معدل الأمطار	(%) من	كمية الأمطار (مم)				(%) من المعدل السنوي			
	(مم)*	المعدل السنوي	أعلى كمية	المحطة	أقل كمية	المحطة	(%) لأعلى كمية	المحطة	(%) لأقل كمية	المحطـــة
ديسمبر	٧,٨	٤	٤٧,٠	النماص	٠,٢	و. ابن هشبل	٢٦	النماص	٠	و. ابن هشبل
يناير	١٢,١	٧	٤٥,٣	النماص	٠,٩	يعرى	٢٥	النماص	٠	يعرى
فبراير	١١,٨	٦,٣	٣٢,٢	النماص، أبها	١,٥	صمخ	١٨	النماص، أبها	١	صمخ
الشتاء	٣١,٧	١٧,٣	١٢٤,٥	النماص	٤,٢	بني ثور	٦٨	النماص	٢	بني ثور
مارس	٢٨,٣	١٥,٤	٦١,٤	تمنية	٨,٥	أبو حنية	٣٣	تمنية	٥	أبو حنية
ابريل	٤٤,٤	٢٤,٢	١٠٦,١	بللسمر	١٤,٧	و. ابن هشبل	٥٨	بللسمر	٨	و. ابن هشبل
مايو	٣٠,٩	١٧	٧٣,٦	الزهراء	٥,٣	تثليث	٤٠	الزهراء	٣	تثليث
الربيع	١٠٣,٦	٥٦,٥	٢٠٥,٨	بللسمر	٣٧,٣	و. ابن هشبل	١١٢	بللسمر	٢٠	و. ابن هشبل
يونيو	٥,٧	٣,١	١٩,٥	علكم	٠,٢	تثليث	١١	علكم	٠	تثليث
يوليو	٩,٨	٥,٣	٢٩,٠	علكم	٠,١	تثليث	١٦	علكم	٠	تثليث
أغسطس	١٧,٤	٩,٥	٧٠,٧	علكم	١,٢	تثليث	٣٩	علكم	١	تثليث
الصيف	٣٢,٩	١٧,٩	١١٩,٢	علكم	١,٥	تثليث	٦٥	علكم	١	تثليث
سبتمبر	٣,٧	٢,١	٢٢,٣	علكم	٠,٠	أكثر من محطة	١٢	علكم	٠	أكثر من محطة.
أكتوبر	٥,٠	٢,٧	١٧,٥	تمنية	١,٠	أدمة	١٠	تمنية	١	أدمة
نوفمبر	٦,٥	٣,٥	٢٦,٤	النماص	١,١	صمخ	١٤	النماص	١	صمخ
الخريف	١٥,٢	٨,٣	٤٠,٤	النماص	٣,٠	صمخ	٢٢	النماص	٢	صمخ
السنوي	١٨٣,٤	١٠٠	٤١٨,٣	النماص	٥٤,٢	صمخ				

- معدل الأمطار المطلق بمنطقة الدراسة.

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

وقـد تـم تحديـد الشهر المطير في هذه الدراسة على أساس النسبة المئوية والكمية المغامس، (١٤٠٩هـ)، كالتالي :

أ - النسـبة المئوية : وتمثل نصيب الشهر من المتوسط السنوي للأمطار وتعادل ١٢/١ أو ٨,٣٣ %.

ب - الكميـة : وتـم تحديدهـا بكمية تتراوح بين القيم المطلقة والفعلية للأمطار السنوية في محطـات الدراسة بين (١٨٣,٤ – ٣٠٣,٥ مم) وهي تمثل المتوسـط السنوي لمنطقة الدراسـة (٣٥) محطة مقسوماً على عدد شهور السنة، أي ما يعادل (١٥,٣ ـ ٢٥,٣ مم) للمعدل الشهري المطلق والفعلي على التوالي.

وسـبب الجمع بين النسبة المئوية والكمية معاً في تحديد الشهر المطير يرجع إلى تباين كميات الأمطار بين محطات منطقة الدراسة، لأن تحديد الشهر المطير بالنسبة المئوية وحدها قد يجعـل عدد الشهور المطيرة لبعض المناطق ذات الأمطار القليلة مساوياً لعدد الشهور في بعض المـناطق ذات الأمطـار الكثيرة مثال : بللسمر معدلها السنوي (٣٠٢,٦) مم يعادل تقريباً ثلاثة أضعاف معدل سراة عبيدة (١٢٧,٣) مم، وعدد الشهور المطيرة لكل منهما تساوي (٤) أشهر.

أمـا الاعتماد على الكمية المحددة فقط لتحديد الشهر المطير من الشهر الجاف فإنه لا يسـاعد عـلى الـتمييز بيـنهما لأن هناك بعض المحطات معدلاتها السنوية تفوق معدل منطقة الدراسـة مـثال بللسمر ، مما يوحي بأن جميع شهورها مطيرة بينما هي في الواقع غير ذلك، وعـليه تم الأخذ بكلا المعيارين في تحديد الشهر المطير من الشهر الجاف للحصول على نتائج أقرب للواقع.

وبالـنظر فـي جدول (٤٤) نجد أنه لا يوجد اختلاف كبير بين نسبة إسهام معدلات الأمطـار المطـلقة والفعلية الشهرية في المعدل السنوي بالمنطقة الجبلية بعسير. كما أن النسبة المـئوية والكمية المحددة التي تم على ضوئها تحديد الشهر المطير من الشهر الجاف لا تختلف بين المعدلات المطلقة والفعلية، فالشهر المطير في المعدلات المطلقة هو نفسه الشهر المطير في المعـدلات الفعـلية، وعليه سوف يتم تحليل التوزيع الشهري للأمطار في المنطقة الجبلية بعسير على المعدلات المطلقة للأمطار. كما يمكن اعتبار التالي:

- إذا كان معدل الأمطار المطلق في الشهر < (أقل) من ١٥,٣مم/شهر يكون الشهر جافاً.
- إذا كـان معـدل الأمطـار المطلق في الشهر > (أكبر) من ١٥,٣مم/شهر و< (أقل) من ٢٥,٣مم/شهر يكون الشهر مطيراً.
- إذا كـان معـدل الأمطـار المطلق في الشهر > (أكبر) من ٢٥,٣ مم/شهر يكون الشهر ممطراً جداً.

جدول (٤٤)

النسبة المئوية لمعدلات الأمطار الشهرية والسنوية (المطلقة – الفعلية) في محطات المنطقة الجبلية بعسير

١٩٧٠ – ١٩٩٧م

معدل الأمطار (مم)	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي	المعدل الشهري
المطلقة	١٢,١	١١,٨	٢٨,٣	٤٤,٤	٣٠,٩	٥,٧	٩,٨	١٧,٤	٣,٧	٥,٠	٦,٥	٧,٨	١٨٣,٤	١٥,٣
(%)	٧	٦,٣	١٥,٤	٢٤,٢	١٧	٣,١	٤,٣	٩,٥	٢,١	٢,٧	٣,٥	٤	١٠٠	٨,٣
الفعلية	٢١,١	٢٣,٤	٤٠,٢	٥٤,٩	٣٨,٥	١٥,٤	١٨,٦	٢٥,٦	٨	١٩,٢	١٧,١	٢١,٧	٣٠٣,٥	٢٥,٣
(%)	٧	٨	١٣	١٨	١٣	٥	٦	٨,٤	٣	٦	٦	٧	١٠٠	٨,٣

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

وعــليه يلاحــظ أن موسم الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير يكون في شهور فصل الربيع خاصة شهر أبريل، ويليه شهر أغسطس الذي يكون مطيراً بالنسبة لشهور فصل الصيف.

وبــتفحص جــدول (٤٤) يتضح أن المعدلات الشهرية المطلقة للأمطار، تختلف بين شــهر وآخــر وبيــن محطة وأخرى في نفس الشهر ملحق (ح). وبصورة عامة تزداد معدلات الأمطــار فــي جميع المحطات في أشهر الربيع تليها أشهر الشتاء عدا شهر ديسمبر ثم تأخذ في النقصــان حيــث تصل إلى أقل معدل ٥,٧ مم في شهر يونيه بالنسبة لشهور الصيف، ويستثنى مــن ذلــك شهر يوليو وأغسطس وإلى أقل من ذلك في شهور الخريف و يستثنى من ذلك شهر نوفمــبر. كمــا تصــل معــدلات الأمطار في شهر يناير لمحطات عسير الجبلية إلى ١٢,١ مم وتــتراوح بيــن ٤٥,٣ مم كأعلى كمية و٠,٩ مم أقل كمية في النماص ويعــرى على التوالي. وتصل نسبة إسهامه إلى (٧%) للمعدل السنوي في المنطقة وهو يعد شهراً جافاً في المنطقة وفي ٢٣ محطــة تشــكل ما نسبته ٦٦% من عدد محطات الدراسة ولكنه مطير في ١٢ محطة تمثل ٣٤% مــن عدد المحطات. وتزداد معدلات يناير في بعض المحطات كالنماص وبللسمر وتنومة بسبب عامل الارتفــاع عن سطح البحر ومواجهتها للرياح الشمالية الغربية الرطبة، كما تقل تلك المعــدلات كــلما قل ارتفاع المحطة وزادت المسافة بعداً عن البحر حتى تصل إلى ١,٧ مم كما فــي المــاوين وأقل من ذلك كما في يعرى. وقد يعزى ذلك لأن المنطقة تتعرض للكتلة الهوائية الشــمالية الشــرقية الجافــة بســبب مرورها على اليابس الآسيوي، بالإضافة إلى سيطرة الكتلة الهوائية القطبية القارية القليلة الرطوبة.

* شــهر فــبراير يــنخفض فيه معدل الأمطار بمحطات المنطقة الجبلية بعسير بكمية قليلة ويصــل إلى ١١,٨ مم، وتتراوح معدلات الأمطار بين ٣٢,٢ مم كحد أقصى في كل من النماص وأبها و١,٥ مم كحد أدنى في صمخ ، وتصل نسبة إسهامه إلى (٦,٣%) للمعدل الســنوي في المنطقة، وهو شهر جاف كسابقه في المنطقة وفي ٢٥ محطة تشكل ما نسبته ٧١% مــن عدد المحطات،ولكنه مطير في ١٠ محطات تمثل ٢٩% من عدد المحطات. وتتأثر معدلات الأمطار في شهر فبراير بعامل الارتفاع ومواجهة التيارات الرطبة كما في كــل مــن أبهــا والنماص وتمنية وتنومة وسر لعصان وآل عامر والسودة ، حيث سجلت أعلى الكميات ، ثم تأخذ تلك المعدلات في الانخفاض بسبب قلة الارتفاع وعامل البعد عن البحر حتى تصل إلى ١,٥ مم كما في صمخ.

* شهر مارس يُعد أول شهور الربيع إذ تزداد معدلات الأمطار فيه بشكل كبير، ويبلغ معدل الأمطـــار فيــه ٢٨,٣ مم وتصل نسبة إسهامه إلى (١٥,٤%) للمعدل السنوي مما جعله شـــهراً مطيراً جداً في منطقة عسير الجبلية وفي ٢١ محطة ويكون مطيراً في ٦ محطات وهذا يشكل ما نسبته ٧٧% من عدد المحطات ولكنه جاف في ٨ محطات تمثل ٢٣% من عـــدد المحطات. وتتراوح معدلات الأمطار بين ٦١,٤ مم كحد أقصى في تمنية و٨,٥ مم كحد أدنى في أبو جنية.

وتـــأخذ معـــدلات الأمطـــار ونسبة إسهامها في المعدل السنوي بالارتفاع في الكمية والـــزيادة فـــي النســـبة حـــتى تصل إلى الكمية والنسبة القصوى في شهر إبريل، إذ يبلغ معدل الأمطـــار فيه ٤٤,٤ مم وتصل نسبة إسهامه إلى (٢٤,٢%) للمعدل السنوي ، وعليه يكون شهر إبـــريل اكـــثر مطـــراً من سابقه بالنسبة لمنطقة عسير الجبلية وفي جميع محطات الدراسة حيث تصـــل نســـبته إلى ٩٧% من عدد المحطات عدا محطة واحدة تمثل ٣%، وعليه فهو يمثل قمة الأمطار لمعظم المحطـــات، وتـــتراوح معـــدلات الأمطار فيه بين ١٠٦,١ مم كحد أقصى في بللســـمر و١٤,٧ مم كحد أدنى في مركز وادي بن هشبل.

ثـــم تأخذ معدلات الأمطار ونسبة إسهامها في الانخفاض قليلاً عن شهر إبريل ولكنها أعلى من شهر مارس في شهر مايو آخر شهور فصل الربيع، إذ يبلغ معدل الأمطار فيه ٣٠,٩ مـــم وتصـــل نسبة إسهامه إلى (١٧%) للمعدل السنوي وهو بذلك يُعد شهراً مطيراً جداً بالنسبة لمنطقة عسير الجبلية وفي ٢٠ محطة، ومطيراً في ٨ محطات وهذا يشـــكل ما نسبته ٨٠% من عـــدد المحطـــات، ولكـــنه يكون جافاً في ٧ محطات تمثل ٢٠% من عدد المحطات. وتتراوح معـــدلات الأمطـــار فيه بين ٧٣,٦ مم كحد أقصى في الزهراء و٥,٣ مم كحد أدنى في تثليث، وتـــتوافق النســـب المـــئوية مع نمط توزيع كميات الأمطار بين محطات الدراسة بالنسبة لشهور فصل الربيع معاً. وتسهم أشهر فصل الربيع بنسبة إسهام أكثر من (٥٠%) للمعدل السنوي، كما تـــتأثر معـــدلات الأمطـــار فـــي هـــذا الفصل بتضافر العمل بين منخفض المتوسط الشرقي مع منخفضـــي الســـودان والـــبحر الأحمر المحلي بالإضافة إلى الارتفاع التدريجي لدرجة الحرارة وكـــثرة العواصـــف الـــرعدية والظروف المحلية لمواقع المحطات كالارتفاع والبعد عن البحر ومواجهة الرياح الرطبة ورطوبة التربة والغطاء النباتي.

* شـــهر يونيو يُعد أول شهور الصيف بسبب زيادة ارتفاع درجات الحرارة وتشهد معدلات أمطـــار شـــهر يونيـــو انخفاضـــاً حاداً إذ يصل المعدل إلى ٥,٧ مم ولا تتجاوز نســـبة إســـهامـــه (٣,١%) لـــلمعدل السنوي وهو شهر جاف جداً في منطقة عسير الجبلية وفي ٣٣ محطـــة تشـــكل ما نسبته ٩٤% من عدد المحطات، حيث تقل نسبته كثيراً في أغلب

المحطـــات عن الوضع المثالي (٨,٣%) ، عدا محطتي علكم وأبها الرطبتين وهما تمثلان ٦% مـــن عدد المحطات. وتتراوح معدلات الأمطار فيه بين ١٩ مم كحد أقصى في علكم و٠,٢ مـــم كحـــد أدنى في تثليث، وشهر يونيو أكثر الأشهر جفافاً لجميع محطات المنطقة حيث تندر فيه الأمطار بشكل عام في منطقة عسير الجبلية.

* وتبدأ معدلات الأمطار لشهر يوليو في الارتفاع نظراً لزيادة تأثير الرياح الجنوبية الغربية الرطـــبة حيـــث يزداد معدل الأمطار من ٥,٧ مم عما كانت في يونيو إلى ٩,٨ مم فيه. وبـــناء عـــليه تزداد نسبة إسهامه إلى (٥,٣%) للمعدل السنوي، وهو يُعد شهراً جافاً في منطقة عسير الجبلية وفي ٢٥ محطة تمثل نسبة ٧١% من عدد المحطات ولكنه مطير في ١٠ محطـــات تمثل ٢٩% من عدد المحطات، وتتراوح معدلات الأمطار فيه بين ٢٩ مم كحد أقصى في علكم و٠,١ مم كحد أدنى في تثليث .

* وفـــي شـــهر أغسطس تبدأ معدلات الأمطار في الزيادة عما كانت عليه في الشهر السابق نظـــراً لـــزيادة توغل مسار التيارات الهوائية الجنوبية الغربية في المنطقة، إذ يصل معدل الأمطار إلى ١٧,٤ مم، كما تزداد نسبة إسهامه إلى (٩,٥%) للمعدل السنوي، وبذلك يُعد أغسطس شـــهراً مطيراً في منطقة عسير الجبلية وفي ١٣ محطة وهو ما يشكل نسبة ٣٧ % مـــن عـــدد المحطـــات، ولكـــنه جاف في ٢٢ محطة تمثل ٦٣% من عدد المحطات، وتـــتراوح معدلات الأمطار فيه بين ٧٠,٧ مم كحد أقصى في علكم و١,٢ مم كحد أدنى في تثليث.

وتتبع النسب المئوية نفس نمط توزيع كميات الأمطار بين محطات الدراسة في جميع شـــهور الصـــيف معـــاً، وتســـهم أشهر فصل الصيف بنسبة ١٧,٩% للمعدل السنوي.كما تتأثر معـــدلات الأمطـــار فـــي فصل الصيف خاصة شهر أغسطس بالرياح الجنوبية الغربية وبعض العوامـــل المحلية مثل عامل الارتفاع عن سطح البحر ومواجهة المحطة للرياح الرطبة والاتجاه العروضي جنوباً بالنسبة لموقع المحطة في منطقة الدراسة .

ومـــع بداية فصل الخريف تتوالى معدلات الأمطار من جديد في الانخفاض الملموس بشـــكل واضح في منطقة عسير الجبلية لكل من شهور سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر، ولا سيما شهر ســـبتمبر الذي تشهد فيه معدلات الأمطار انخفاضاً حاداً، ويصبح هذا الشهر مثل شهر يونيو في فصـــل الصـــيف، وتبلغ معـــــدلات الأمطار في هذا الفصل ٣,٧ مم، ٥ مم، ٦,٥ مم لكل من ســـبتمبر وأكـــتوبر ونوفمـــبر على التوالي وجميعها تمثل أقل المعدلات عن الوضع المثالي، مما جعـــل إسهامها للمعدل السنوي في بداية الوضع المثالي (٨,٣%) وجميعها تمثل شهوراً جافة في مـــنطقة عســـير الجبـــلية وفـــي ٣٣ محطة بالنسبة لشهر سبتمير وهو ما يعادل ٩٤% من عدد

المحطـــات، وتســـتثنى مـــن ذلـــك محطتاعـــلكم والسودة الرطبتان اللتان تمثلان ٦% من عدد المحطـــات، وقـــد يعزى ذلك لارتفاعهما. كما يكون شهرا اكتوبر ونوفمبر جافين في ٣٤ محطة تمـــثل ٩٧% مـــن عـــدد المحطات عدا محطة تمنية في شهر أكتوبر ومحطة النماص في شهر نوفمـــبر اللـــتين تمثلان ٣% من عدد المحطات لكل شهر، وقد يعزى ذلك لنفس السبب الأول، بالإضافة لمواقع المحطات في السفوح الرطبة.

وتـــتراوح معـــدلات الأمطـــار في شهر سبتمبر بين ٢٢,٣ مم كحد أقصى في علكم وصفر كحد أدنى في أكثر من محطة مثل بيشة والجوف والحرجة والحيفة وصمخ، أما معدلات أمطـــار شـــهر أكـــتوبر فتـــتراوح بين ١٧,٥ مم كحد أقصى في تمنية و ١,٠ مم كحد أدنى في أدمة.وتتراوح معدلات شهر نوفمبر بين ٢٦,٤ مم كحد أقصى في النماص و ١,١ مم كحد أدنى فـــي صمخ. وتتوافق النسب المئوية مع نمط توزيع كميات الأمطار بين محطات الدراسة لشهور فصـــل الخـــريف معـــاً. ونظراً لقلة معدلات الأمطار في هذا الفصل فإن نسبة إسهامها للمعدل الســـنوي تشـــكل أقل النسب مقارنة ببقية الفصول ، وقد يعزى الجفاف الشديد لشهر سبتمبر إلى ضـــعف أثـــر الـــرياح الموســـمية الجنوبية الغربية، لكن مع بداية شهر أكتوبر يبدأ تأثير الرياح الشمالية الغربية التي كانت سائدة في شهور الشتاء، وعليه تبدأ معدلات الأمطار في الارتفاع في شهر أكتوبر ونوفمبر عما كانت عليه في شهر سبتمبر.

* وتستمر معدلات الأمطار في جميع محطات الدراسة بالارتفاع النسبي عما كانت عليه في شـــهر نوفمـــبر نظـــراً لبداية تأثر المنطقة بانخفاض درجات الحرارة التي تسهم في زيادة رطوبة الهواء وغزو منخفضات البحر الأبيض المتوسط حتى شهر ديسمبر الذي يعد أول شـــهور فصل الشتاء بسبب توالي انخفاض درجات الحرارة، وعليه يرتفع معدل الأمطار فـــي هـــذا الفصل عن سابقه ويصل إلى ٧,٨ مم، ورغم ارتفاع معدل الأمطار النسبي في جميع المحطات إلا أن شهر ديسمبر مازال يشكل نسبة مماثلة لإسهامه في المعدل السنوي لشـــهر نوفمبر وهي (٤%)، وعليه يُعد شهر ديسمبر في المنطقة كسابقه شهراً جافاً وفي ٣٠ محطـــة تمثل ما نسبته ٨٦% من عدد المحطات، ويستثنى من ذلك ٥ محطات رطبة هـــي الـــنماص ومركـــز بـــني عمرو وتنومة وبللسمر وتمنية وهي تمثل ١٤% من عدد المحطات، وقد يعزى ذلك إلى عامل الارتفاع أولاً وإلى مواقعها في السفوح الرطبة.

وتتـــبع النســـبة المئوية نفس نمط توزيع كميات الأمطار بين محطات الدراسة لإسهام شهور فصل الشتاء معاً، ونظراً لارتفاع معدلات الأمطار في فصل الشتاء عن سابقه تزداد نسبة إسهامه للمعدل السنوي إذ تصل إلى ١٧,٣%.

ومما تقدم يتضح أن المحطات ذات الارتفاع الأكبر والتي تقع في السفوح المواجهة للرياح الرطبة و القريبة من البحر هي المحطات التي تستحوذ على أعلى المعدلات للأمطار الشهرية والعكس صحيح ومثال ذلك محطة النماص التي تمثل أعلى الكميات في شهور الشتاء على التوالي، و تسجل أقل الكميات بالتناوب بين كل من مركز وادي ابن هشبل ويعرى وصمخ، في حين نجد محطة علكم تسجل أعلى الكميات في شهور الصيف بينما تثليث تسجل أقل الكميات، ثم تظهر بعض المحطات الأقل ارتفاعاً من النماص لتسجل أعلى الكميات بالتناوب لشهور الربيع والخريف معاً حيث تسجل تمنية أعلى الكميات في شهري مارس وأكتوبر في حين تسجل بللسمر في شهر إبريل والزهراء في شهر مايو أعلى الكميات ، ثم تعاود للظهور ثانية علكم والنماص لتسجل أعلى الكميات في شهري سبتمبر ونوفمبر على التوالي. أما الكميات الصغرى لمعدلات الأمطار فما زالت تثليث تسجل أقل الكميات لشهر مايو في حين تسجل أبو جنية ومركز وادي ابن هشبل لكل من شهري مارس وإبريل على التوالي أقل الكميات.كما تسجل كل من بيشة والجوف والحرجة والحيفة وصمخ وأدمة المعدلات الصغرى لشهور الخريف سبتمبر وأكتوبر ونوفمبر على التوالي.

يتضمن التوزيع الشهري لقيم معدلات الأمطار خمس فئات وقد تم تحديدها على معيارين مهمين هما :

١- الترتيب التنازلي لمعدلات الأمطار الشهرية المطلقة لجميع المحطات.

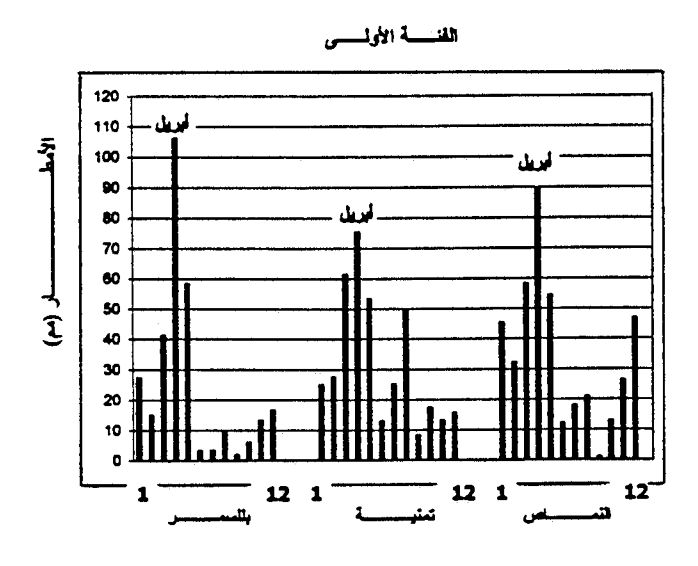
٢- مقياس التمثيل البياني المتجانس للمعدلات الشهرية المطلقة لكل المحطات للحصول على فئات المحطات بيانياً شكل (٧٠).

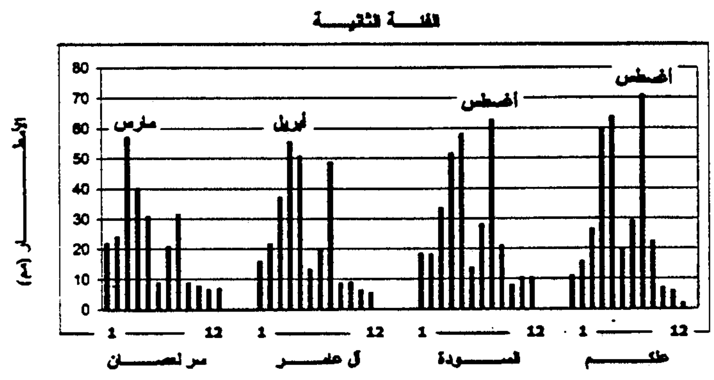
وقد اعتمدنا على بيانات ملاحق (ط – ي – ك – ل) وهي المعدلات الفعلية للأمطار الشهرية، الأمطار القصوى والصغرى الشهرية، علاقة المعدل المطلق والفعلي للأمطار الشهرية بالمعدل السنوي للأمطار، في تحديد خصائص فئات المحطات المصنفة شهرياً اعتماداً على المعدل الشهري المطلق لأمطار الفترة المدروسة، كالتالي :

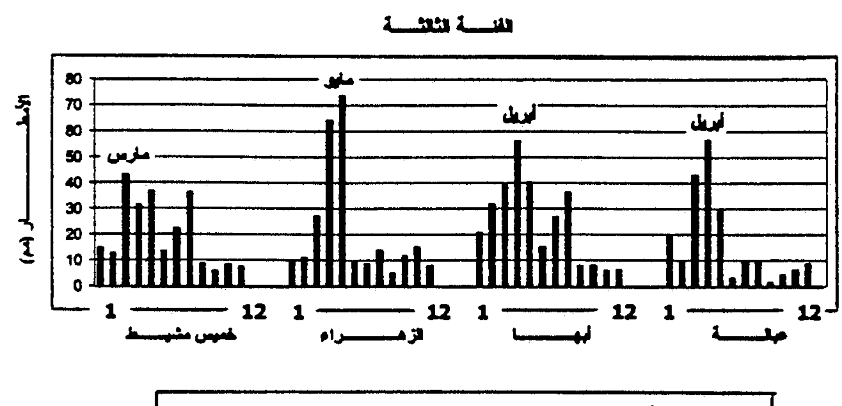
الفئة الأولى.

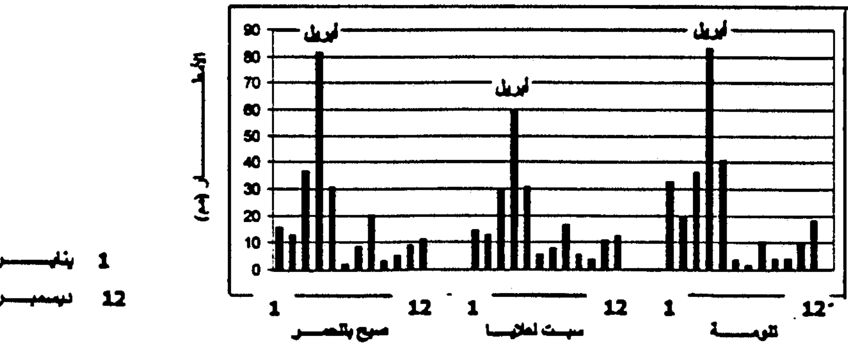
وتتشكل من (٣) محطات هي: بللسمر والنماص وتمنية، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٦٠٠ م و ٢٢٥٠ م، وبمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ١٣٣ كم في النماص و ١٢٠ كم في بللسمر، وبمواقع متنوعة بين السفوح الرطبة كالسفوح الشمالية الشرقية والغربية والجنوبية على التوالي وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي جدول (٤٥).

شكل (٧٠)
تغيرات المعدلات الشهرية المطلقة للأمطار بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.





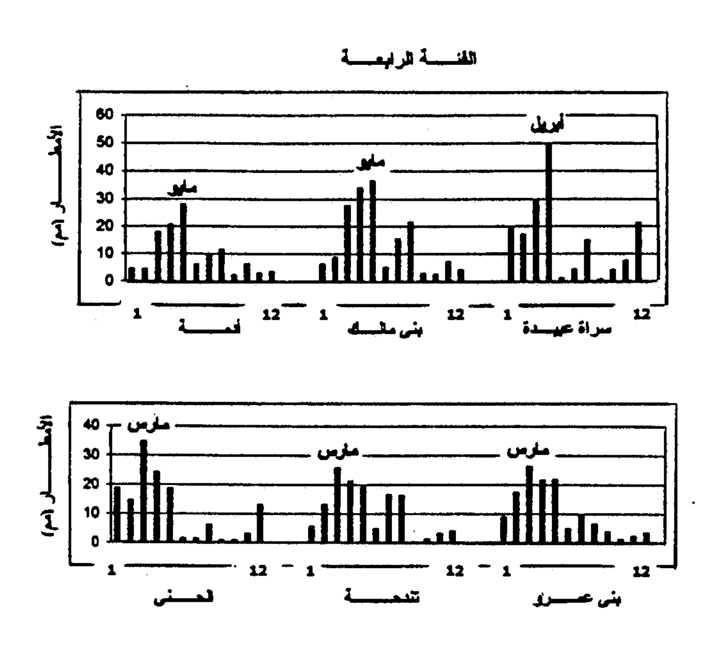




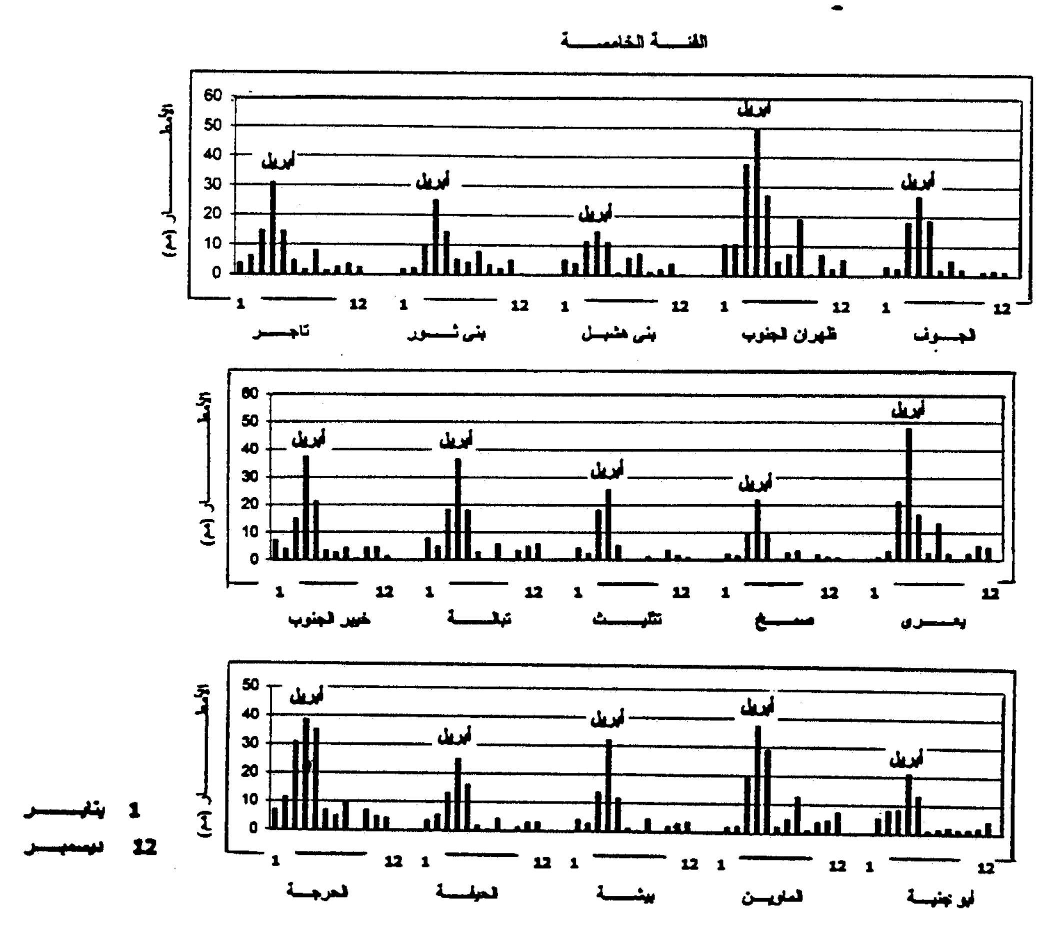
1 يناير
12 ديسمبر

تابع شكل (٧٠)
تغيرات المعدلات الشهرية المطلقة للأمطار بالمحطات المناخية ومحطات قياس الأمطار ١٩٧٠-١٩٩٧م.

الفئة الرابعة



الفئة الخامسة



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

جدول (٤٥)

تغيرات معدل الأمطار للفئات الشهرية في محطات المنطقة الجبلية بعسير

١٩٧٠ ــ ١٩٩٧م

أنواع الفئات	معدل مطلق (مم)	الشهر و المحطة	% للمعدل الشهري المطلق من المعدل السنوي المطلق	المعدل الفعلي (مم)	الشهر و المحطة	% للمعدل الشهري الفعلي من المعدل السنوي الفعلي	الأمطار القصوى (مم)	الشهر و المحطة	الأمطار الصغرى (مم)	الشهر و المحطة
الفئة الأولى (٣ محطات)	١٠٦,١ ١,١	أبريل/ بللسمر سبتمبر/ النماص	٥٨ % ١ %	١٣٥,٠ ٢,١	أبريل/ بللسمر سبتمبر/ النماص	٤٤ % ١ %	٢٩٨,٠ ٨,٨	أبريل/ تنمية سبتمبر/النماص	١٦,٥ ٠,٢	أبريل / بللسمر عدة شهور/النماص
الفئة الثانية (٤ محطات)	٧٠,٧ ٢,١	أغسطس / علكم ديسمبر علكم	٣٩ % ١ %	٧٦,٠ ٧,٤	أبريل/ علكم ديسمبر / علكم	٢٥ % ٢ %	٢٩٣,٠ ٢٥,٤	مارس/ سر لعصان سبتمبر/ آل عامر	١٤,٠ ٠,٢	مايو / علكم عدة شهور/ السودة سرلعصان
الفئة الثالثة (٧ محطات)	٨٣,٠ ١,٥	أبريل/ تنومة سبتمبر/ عبالة	٤٥ % ١ %	١١٠,٧ ٣,٩	أبريل/ تنومة سبتمبر/ عبالة	٣٦ % ١ %	٣٣٢,٠ ٩,٤	أبريل/ سبت العلايا سبتمبر/ عبالة	١٤ ٠,١	مايو / تنومة عدة شهور/ خ.مشيط سبت العلايا
الفئة الرابعة (٦ محطات)	٤٩,٥ ٠,٥	أبريل/ م.بني عمرو سبتمبر/ بني مالك	٢٧ % ٠ %	٥١,٤ ١,٥	أبريل/ م.بني عمرو سبتمبر/ م.بني عمرو	١٧ % ١ %	٢٦٥ ٧,٤	مارس/ أدمه سبتمبر/ م.بني عمرو	٣٦,٨ ٠,١	أكتوبر / بني مالك عدة شهور / أدمة م. بني عمرو
الفئة الخامسة (١٥ محطة)	٤٩,٥ ٠,٠	أبريل/ ظ. الجنوب سبتمبر/ عدة محطات	٢٧ % ٠ %	٧٤,٨ ٠,٠	يوليو/ يعرى سبتمبر/ الحرجة والجوف	٢٥ % ٠ %	٣٨٤,٠ ٠,٠	أبريل/ تبالة سبتمبر/ الحرجة والجوف	٤٢,٠ ٠,٠	ديسمبر / الجوف سبتمبر / الحرجة والجوف

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ويلاحظ على الفئة الأولى أن القيم القصوى للأمطار سواء للمعدلات المطلقة أو الفعلية ونسبة إسهامها للمعدل السنوي والأمطار السنوية القصوى والصغرى يمثلها شهر إبريل في بللسمر وتمنية على التوالي، في حين يكون شهر سبتمبر على العكس من ذلك يمثل القيم الصغرى لجميع القيم السابقة في النماص. وهذا يوضح تأثر قيم معدلات الأمطار بعامل الارتفاع.

الفئة الثانية.

وتتشكل من (٤) محطات هي: علكم والسودة وآل عامر وسرلعصان ، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٤٨٠ م و٢١٠٠ م وبمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ١٣٨ كم في آل عامر و٩٥ كم في السودة. وتقع محطات هذه الفئة بين السفوح الشمالية والشرقية وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي :

أ- معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٧٠,٧ مم في شهر أغسطس ٢,١ مم في شهر ديسمبر.

ب- نسبة إسهام معدلات الأمطار المطلقة للمعدل السنوي تتراوح بين (٣٩%) في علكم و(١%) في علكم.

ج- معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧٦,٠مم في شهر أبريل ٧,٤ مم في شهر ديسمبر.

د- نسبة إسهام معدلات الأمطار الفعلية للمعدل السنوي تتراوح بين (٢٥%) في علكم و(٢%) في علكم.

هـ- أمطار سنوية قصوى تتراوح بين ٢٩٣,٠مم لشهر مارس في سرلعصان و٢٥,٤ مم لشهر سبتمبر في آل عامر .

و- أمطار سنوية صغرى تتراوح بين ١٤,٢ مم لشهر مايو في علكم و٠,٢ مم لعدة شهور في السودة وسرلعصان.

ويلاحظ على معدلات هذه الفئة أن القيم القصوى والصغرى لمعدلات الأمطار المطلقة والفعلية ونسبة إسهام كل منهما للمعدل السنوي على السواء يمثلها شهور أغسطس وإبريل وديسمبر في علكم على التوالي. أما بالنسبة للأمطار السنوية القصوى فيمثلها شهرا مارس ومايو في سرلعصان وعلكم، في حين يكون شهر سبتمبر يمثل الأمطار السنوية الصغرى في آل عامر وأكثر من شهر في السودة وسرلعصان.

الفئة الثالثة.

وتتشـــكل مـــن (٧) محطات هي: صبح بللحمر وتنومة والزهراء وسبت العلايا وأبها وعـــبالة وخميس مشيط، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٨٢٠ م و ١٨٥٠م و بمسافة تبعد عن البحر تـــتراوح بين ١٣٨ كم في خمبس مشيط و ١٠٠ كم في تنومة والزهراء، وتقع محطات هذه الفئة بين السفوح الشمالية والشمالية الشرقية وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي.

أ- معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٨٣,٠ مم في شهر أبريل ١,٥مم في شهر سبتمبر.

ب- نســـــبة إسهام معدلات الأمطار المطلقة للمعدل السنوي تتراوح بين (٤٥%) في تنومة و(١%) في عبالة.

ج- معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ١١٠,٧ مم في شهر أبريل ٣,٩ مم في شهر سيتمبر.

د- نســـــبة إســـهام معدلات الأمطار الفعلية للمعدل السنوي تتراوح بين (٣٦%) في تنومة و(١%) في عبالة.

هـ- أمطـــار ســـنوية قصوى تتراوح بين ٣٣٢,٠ مم لشهر أبريل في سبت العلايا و ٩,٤ مم لشهر سبتمبر في عبالة .

و- أمطـــار ســـنوية صغرى تتراوح بين ١٤,٠ مم لشهر مايو في تنومة و ٠,١ مم في عدة شهور لكل من خميس مشيط وسبت العلايا.

ويلاحظ على معدلات هذه الفئة أن شهر أبريل ما زال يمثل القيم القصوى في كل من المعـــدلات المطلقة والفعلية والأمطار السنوية القصوى في تنومة وسبت العلايا على التوالي، أما الأمطار السنوية الصغرى فيمثلها شهر مايو في تنومة ، في حين يكون شهر سبتمبر وغيره من الشهور تمثل القيم الصغرى في المعدلات المطلقة والفعلية والأمطار السنوية القصوى والصغرى في عبالة وخميس مشيط وسبت العلايا .

الفئة الرابعة.

وتتشـــكل من (٦) محطات هي: سراةعبيدة وبني مالك والحني وأدمة وتندحة ومركز بـــني عمـــرو، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٤٠٠ م و١٢٠٠ م ، و بمسافة تبعد عن البحر تتراوح بيـــن ١٧٥ كـــم فـــي سراةعبيدة و١٠٨ كم في بني مالك، وتقع محطات هذه الفئة بين السفوح الشمالية والشمالية الشرقية والشمالية الغربية وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي :

أ- معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٩,٥ مم في شهر أبريل و٠,٥ مم في شهر سبتمبر.

ب- نسبة إسهام معدلات الأمطار المطلقة للمعدل السنوي تتراوح بين (٢٧%) في مركز بني عمرو و(صفر%) في بني مالك.

ج- معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٥١,٤ مم في شهر أبريل و١,٥ مم في شهر سبتمبر.

د- نسبة إسهام معدلات الأمطار الفعلية للمعدل السنوي تتراوح بين (١٧ %) في مركز بني عمرو و(١%) في مركز بني عمرو.

هـ- أمطـــار ســنوية قصوى تتراوح بين ٢٦٥,٠مم لشهر مارس في أدمة و ٧,٤ مم لشهر سبتمبر في مركز بني عمرو.

و- أمطـــار سنوية صغرى تتراوح بين ٣٦,٨ مم لشهر أكتوبر في بني مالك و ٠,١ مم في عدة شهور لكل من أدمة ومركز بني عمرو.

ويلاحـــظ عـــلى معـــدلات هذه الفئة أن شهر أبريل يمثل القيم القصوى في المعدلات المطلقة والفعلية ونسبة إسهام كل منهما للمعدل السنوي لنفس المحطة على التوالي في مركز بني عمرو، وشهر سبتمبر يمثل القيم الصغرى لنفس المعدلات في بني مالك ومركز بني عمرو على الـــتوالي، وشـــهر مارس يمثل القيم القصوى والصغرى للأمطار السنوية القصوى لكل من أدمة ومركـــز بـــني عمـــرو على التوالي. وأخيراً شهر أكتوبر يمثل القيم القصوى للأمطار السنوية الصـــغرى فـــي بني مالك، في حين يكون أكثر من شهر يمثل القيمة الصغرى للأمطار السنوية الصغرى في أدمة ومركز بني عمرو.

الفئة الخامسة.

وتتشـــكل من (١٥) محطة هي بقية محطات منطقة الدراسة، وتتراوح ارتفاعاتها بين ٢٣٥٠ م فـــي الحرجة و٩٧٥ م في تثليث و بمسافة تبعد عن البحر تتراوح بين ٢٨٨ كم في تثليث و١٢٥ كم في تاجر. وتقع جميع محطات هذه الفئة بين السفوح الشمالية والشمالية الغربية والشمالية الشرقية، وتتميز معدلات الأمطار فيها بالتالي :

أ- معدلات أمطار مطلقة تتراوح بين ٤٩,٥ مم في شهر أبريل و٠,٠ مم في شهر سبتمبر.

ب- نســـبة إسهام معدلات الأمطار المطلقة للمعدل السنوي تتراوح بين (٢٧%) في ظهران الجنوب و(صفر%) في أكثر من محطة هي الحرجة والجوف والحيفة وبيشة وصمخ.

ج- معدلات أمطار فعلية تتراوح بين ٧٤,٨ مم في شهر يوليو و٠,٠ مم في شهر سبتمبر.

د- نســـبة إســـهام معـــدلات الأمطار الفعلية للمعدل السنوي تتراوح بين (٢٥%) في يعرى و(صفر%) في الحرجة والجوف.

هـ- أمطـــار ســـنوية قصوى تتراوح بين ٣٨٤,٠ مم لشهر أبريل في تبالة و٠,٠ مم لشهر سبتمبر في الحرجة والجوف.

و- أمطـــار سنوية صغرى تتراوح بين ٤٢,٠ مم لشهر ديسمبر في الجوف و٠,٠ مم لشهر سبتمبر في الحرجة والجوف.

ويلاحظ على معدلات هذه الفئة أن شهور أبريل ويوليو وديسمبر تمثل القيم القصوى لمختلف قيم معدلات الأمطار مع اختلاف المحطات وهي ظهران الجنوب والماوين ويعرى وتبالة والجوف على التوالي لمختلف القيم، في حين يكون شهر سبتمبر يمثل القيم الصغرى في جميع قيم المعدلات في عدة محطات منها الحرجة والجوف.

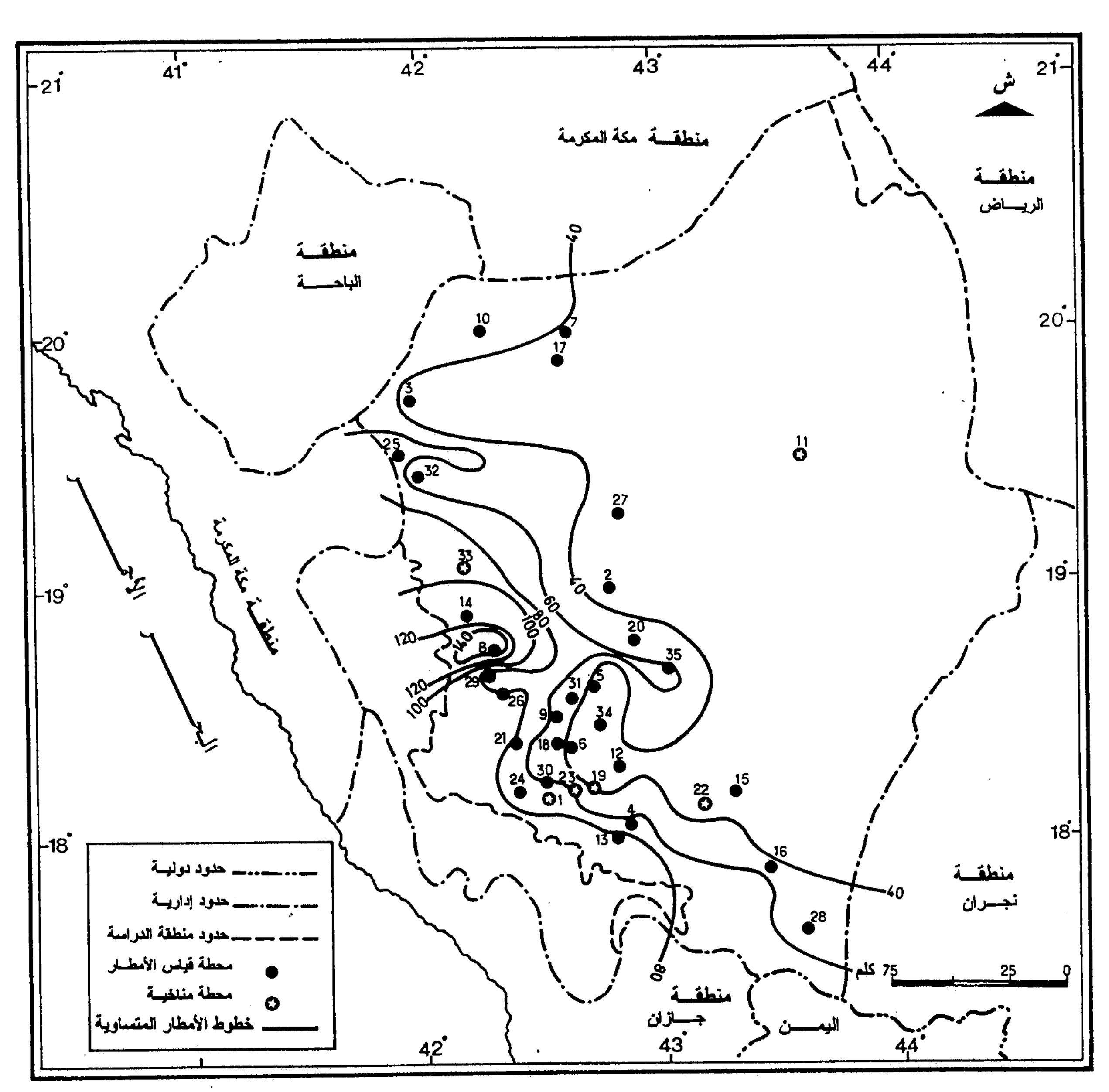
ومن خلال ما تقدم بالنسبة للتغيرات الشهرية للأمطار المطلقة في المنطقة الجبلية بعسير، نجد أن :

- شهر أبريل يمثل القيم القصوى لجميع فئات التوزيع في معظم قيم معدلات الأمطار.
- شهر سبتمبر يمثل القيم الصغرى لجميع فئات التوزيع في معظم قيم معدلات الأمطار.
- المحطات الأكثر ارتفاعاً والأقل بعداً عن البحر وذات المواقع في السفوح المواجهة للرياح الرطبة هي باستمرار في جميع فئات التوزيع تمثل القيم القصوى لمختلف قيم معدلات الأمطار، في حين يكون على العكس من ذلك المحطات الأقل ارتفاعاً والأكثر بعداً عن البحر وذات المواقع المظاهرة لمسار الرياح الرطبة تمثل القيم الصغرى في معظم قيم معدلات الأمطار بصورة عامة عدا بعض الاستثناءات في المنطقة.

يوضح شكل (٧١) التوزيع المكاني للمعدلات الشهرية للأمطار الفعلية لشهر أبريل كالتالي :

- يتماثل التوزيع المكاني لخطوط الأمطار المتساوية لمعدلات الأمطار الفعلية لشهر أبريل التي تتناقص تدريجياً من الغرب نحو الشرق، بحيث لا يتعدى خط المطر المتساوي لمعدل (٤٠) مم بمحطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م شرقاً.
- يتناسب التوزيع المكاني لمعدل الأمطار الفعلية لشهر أبريل أكثر مع التوزيع المكاني لمعدل الأمطار المطلقة لفصل الصيف.
- يتراوح معدل الأمطار الفعلية لشهر أبريل بين (١٣٥) مم بمحطة بللسمر على ارتفاع (٢٢٥٠) م و(١٨,٧) مم بمحطة وادي ابن هشبل على ارتفاع (١٦٥٠) م.
- يتزايد تدريجياً معدل الأمطار الفعلية لشهر أبريل مع زيادة ارتفاع التضاريس كلما اتجهنا غرباً حتى يصل أقصاه بمحطة بللسمر على ارتفاع (٢٢٥٠) م ويتناسب هذا الارتفاع التدريجي لمعدل الأمطار الفعلية لشهر أبريل مع التوزيع المكاني لمعدل الأمطار السنوية المطلقة والفعلية ومعدل الأمطار الفصلية المطلقة والفعلية لفصلي الربيع والشتاء. وتتسم المنطقة الجبلية بعسير خلال فصل الصيف وخلال شهر أبريل المطير بنطاقين مطريين لا تتعدى خلالهما خطوط الأمطار المتساوية شرقاً محطة صمخ على ارتفاع (١٤٨٠) م بخط أمطار يصل على التوالي (٢٠) مم و(٤٠) مم.

شكل (٧١)
معدل الأمطار الشهرية (الفعلية) شهر أبريل في منطقة عسير الجبلية ١٩٩٧/٧٠م



المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على بيانات وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا للفترة ١٩٧٠ - ١٩٩٧ م.

ومـــن خـــلال التحـــليل للتوزيع السنوي والفصلي والشهري لمعدلات الأمطار المطلقة والفعلية وتقديــر التــبخر /النــتح (الفصل الثالث) اتضح أن معدلات الأمطار تتأثر بكميات التبخر/ النتح حيــث يعد من أكثر الوسائل التي تؤدي إلى ضياع كميات كبيرة من الأمطار الساقطة خاصة إذا توافــق مع الفصل الحار، و حيث لا يستطيع النبات الاستفادة من جميع كميات الأمطار الساقطة لــتأثرها بالتبخر / النتح، يتضح أن جبال السروات وهضبة عسير تستقبل أمطاراً غزيرةً خاصة محطــات الســروات ذات الارتفاع التضاريسي الكبير، ومن خلال حساب وتقدير الميزان المائي في المنطقة اتضح أن المنطقة تستقبل أمطاراً تعادل (١٤٦٦٤٤) مليون م٣ سنوياً وأن هناك فاقداً بالتــبخر/النــتح يعــادل ما نسبته ٥٥.% من إجمالي الأمطار الهاطلة ولا تتم الاستفادة منه وقد تعــزى نسبة ارتفاع ذلك الفاقد المائي إلى أكثر من عامل يؤثر في عملية التبخر/النتح (الفصل الــثالث) ورغــم ذلك تظل منطقة جبال السروات وهضبة عسير ذات غطاء نباتي يتميز بالتنوع والكــثافة الــتي تسهم في توفير رطوبة عالية في الجو عن باقي مناطق المملكة الأخرى، وكما تؤثــر العناصــر المــناخية في الغطاء النباتي يتأثر هو أيضاً بعناصر المناخ كالإشعاع الشمسي ودرجــة الحــرارة والرطوبة النسبية والرياح والتبخر/النتح وكميات الأمطار التي تتأثر بدورها بالتضــاريس والقــرب والبعد عن البحر وأنواع الرياح بالإضافة لأنواع التربة ودرجة نفاذيتها ومدى قدرتها على حفظ المياه.

الفصل الخامس

المياه والتربة في الأراضي الجبلية بعسير

أولاً – أهمية العلاقة بين المياه والتربة.

يتشكل الهيكل الأساسي للتربة من أجسام طبيعية من الحبيبات المعدنية والمواد العضوية بالإضافة إلى الهواء والماء. ويلعب الاختلاف النسبي لهذه المكونات الأولية دوراً في تحديد خواصها وقدرتها الامتصاصية، وتنشأ المواد الصلبة للتربة إما نتيجة عمليات الهدم بفعل عوامل التعرية الطبيعية المختلفة والأنشطة الحيوية الأخرى التي تؤدي إلى تفتيت الصخور مع الزمن.. أو من خلال العمليات البنائية في تكوين التربة التي تقوم بها البقايا العضوية المتحللة للنباتات والكائنات الحية الدقيقة أو الميتة. أما الفراغات بين هذه المواد الصلبة فهي تُشغل إما بالهواء أو الماء سواء تم ذلك جزئياً أو كلياً.

ويُعد المحتوى المائي للتربة أو ما يعبر عنه برطوبة التربة من أهم العوامل المؤثرة في قدرة التربة على دعم النبات، فالماء يدخل مع ثاني أكسيد الكربون – وفي وجود أشعة الشمس والكلوروفيل– كعنصر محدد لعملية البناء الضوئي وتكوين المواد الكربوهيدراتية. والماء مهم في نمو النبات وتحديد أنواعه وكثافته وتوزيعه، وله دور كبير في كل مرحلة من مراحل النمو ابتداءً من مرحلة الإنبات وانتهاءً بمرحلة الإزهار وتكوين البذور والثمار. كما أن الماء هو المذيب الأعظم للعناصر الغذائية التي تصل إلى النبات عن طريق الانتشار الغشائي، ويحقق أهم فائدة لنمو النبات من خلال التوازن المائي المصاحب لعمليات النتح المسئولة عن تنظيم درجة حرارة النبات.

وكما يُعد المطر من أهم عناصر إمداد التربة بالمياه حيث يؤدي، لدى هطوله، إلى تشبع التربة بالماء ويبقى جزء منه داخل مسام التربة الشعرية فيما يعرف بالماء الشعري، ويستفيد النبات منه مباشرة لوجوده في منطقة الجذور، ومع ذلك فقد يفقد معظمه بالتبخر أو عن طريق النتح الورقي. وبعد التشبع الكامل يتم ترشح الماء الفائض إلى الثقوب الكبيرة غير الشعرية فيما يعرف بمياه الجاذبية الأرضية، ويتوقف مدى الترشح على جميع حبيبات التربة وتركيبها وغالباً لا يتم الترشح فوق طبقة صماء أسفل التربة بل يبقى في وضع مستو يعرف بالمستوى المائي الأرضي وغالباً ما يكون بعيداً عن متناول جذور النبات مجاهد (١٩٩٥م).

ويهدف هذا الفصل إلى التعرف على الظروف المائية للمنطقة الجبلية في عسير، وتأثير ذلك على خصائص التربة التي لها انعكاسات واضحة في مدى تنوع الغلاف النباتي بها، وفي هذا المجال تمت دراسة الناحية الكيفية والكمية للخواص الهيدرولوجية لأحواض التصريف الرئيسة بالمنطقة الجبلية في عسير وتحديد عناصر الإمداد والفقد المائي المسئولة عن التوازن المائي

بالمنطقة واستحدث تصنيف للتربة يوضح الخواص الطبيعية والمميزات المائية للوحدات الممثلة للتربة في المنطقة، ومن ثم معرفة أثر عناصر الإمداد والفقد المائي في تحديد أسلوب تغذية المياه المترسبة للتربة والمياه الجوفية، ومعرفة فترة العجز المائي التام للتربة خلال الدورة المائية.

وتكمن أهمية هذه الدراسة في كونها المدخل الأساسي لفهم طبيعة الغلاف النباتي في منطقة عسير الجبلية التي تعكس الصورة الحقيقية لمدى تنوع هذا الغلاف النباتي وكثافته بالمنطقة.

ثانياً - هيدرولوجية المنطقة.

أحواض التصريف.

تغطي المنطقة الجبلية بعسير العديد من مجاري الأودية والروافد، وتضم العديد من أحواض التصريف (Drainage Basins) التي تشكل في مجملها أكثر من نظام تصريف للمياه (Drainage Pattern) شكل (٧٢)، ويشغل حوضا تصريف وادي بيشة ووادي تثليث معاً قرابة ثلثي مساحة المنطقة. أما الجزء الباقي من المنطقة الجبلية بعسير فيتوزع على أجزاء من أحواض التصريف هي :

أ- **الجزء الغربي من حوض تصريف وادي نجران:**

ويغطي المنطقة الممتدة من خط تقسيم المياه الجنوبي لحوض تصريف وادي تثليث حتى حدود منطقة عسير الجبلية في الركن الجنوبي الشرقي.

ب- **الجزء الجنوبي من حوض تصريف وادي رنية:**

ويغطي المنطقة الممتدة من خط تقسيم المياه الشمالي لحوض تصريف وادي بيشة حتى حدود منطقة عسير الجبلية في الركن الشمالي الغربي.

ج- **الأجزاء الشرقية لحوض تصريف أودية البحر الأحمر:**

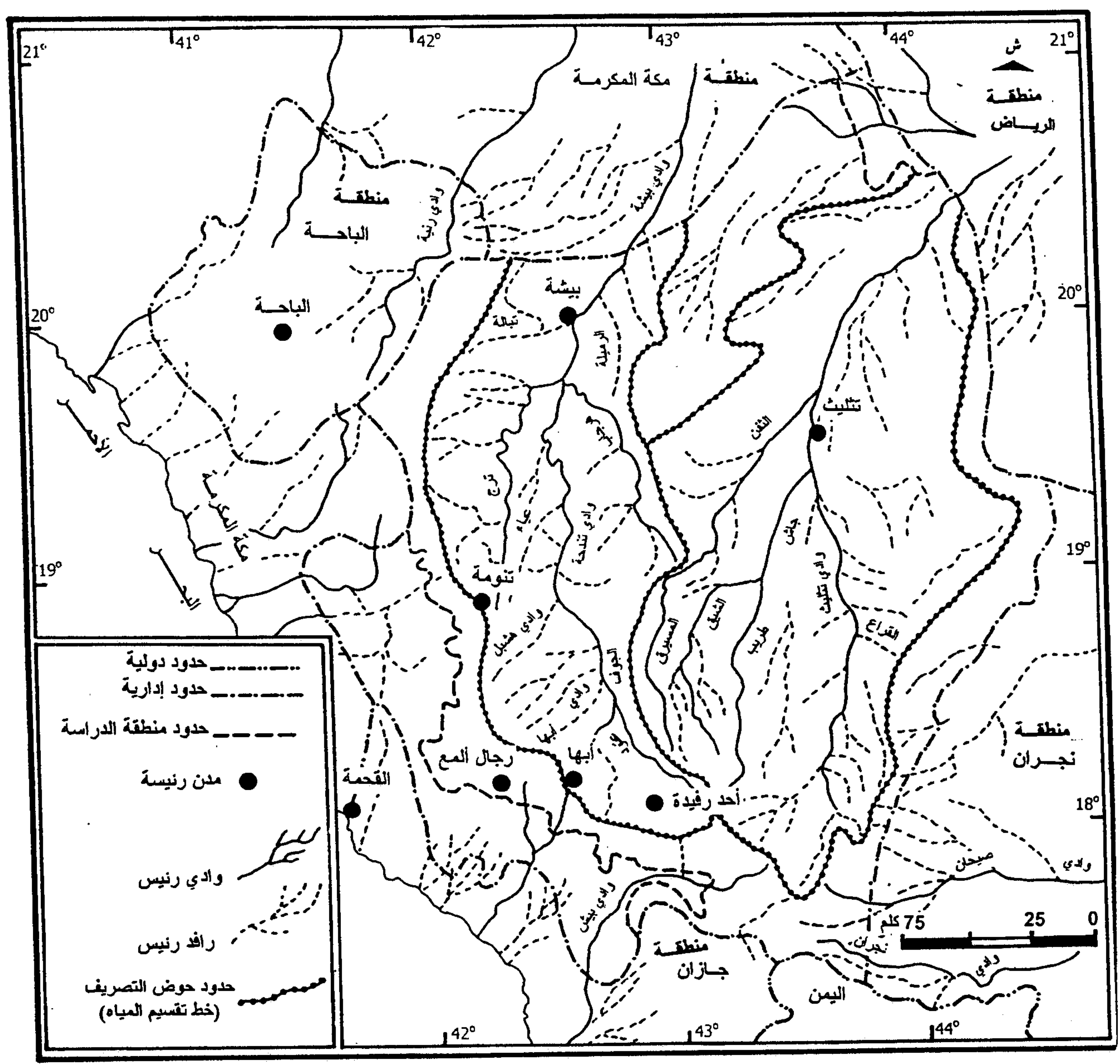
وتغطي المنطقة الممتدة من خط تقسيم المياه الغربي لحوض تصريف وادي بيشة حتى حدود منطقة عسير الجبلية غرباً.. وتعتبر هذه الأجزاء النطاق العلوي لهذه الأحواض - المنابع - قبل انحدارها إلى السهل الساحلي للبحر الأحمر.

د- **الجزء الجنوبي الغربي من حوض تصريف وادي الدواسر:**

ويغطي المنطقة الممتدة بين خطي تقسيم المياه الشمالي لحوض تصريف وادي بيشة ووادي تثليث شمال المنطقة الجبلية بعسير.

واهتمت هذه الدراسة بشرح الخواص الهيدرولوجية المميزة (الكمية والكيفية) لحوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث لكونهما أنظمة مائية شبه متكاملة في المنطقة الجبلية بعسير، وذلك بالاعتماد على الخرائط الطبوغرافية التي تغطي كامل المنطقة الجبلية في عسير بمقياس رسم (١:٢٥٠٠٠٠) والتي أعدت من قبل وزارة البترول والثروة المعدنية ١٩٩٩م.

شكل (٧٢)
أحواض التصريف في منطقة عسير الجبلية.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على اللوحات الطبوغرافية 1 : 250.000 ,NE 38-1, NE 38-2, NE 38-5, NE 38-6, NE 38-10, NE 38-13 ، وزارة البترول والثروة المعدنية (1999) م.

الخواص الهيدرولوجية لحوض تصريف وادي بيشة.

١- يبدأ المجرى الرئيسي الأعلى لحوض تصريف وادي بيشة من نقطة قريبة من أحد رفيدة ثم يأخذ اتجاه الشمال الغربي حتى يلتقي برافد وادي بن هشبل ثم يتجه شمالاً حتى الحيفة – جنوب مدينة بيشة– ويلتقي مع وادي هرجاب من جهة الشرق ووادي ترج من جهة الغرب. ومن ثم يأخذ المسار الرئيسي الأوسط من حوض وادي بيشة في اتجاه الشمال الشرقي إلى خارج المنطقة الجبلية بعسير.

٢- يظهر حوض تصريف وادي بيشة في المنطقة الجبلية بعسير على هيئة نظام تصريف مياه ذي نمط شجيري متعدد الفروع (Dense Denteritic Pattern) خاصة في المنطقة الجبلية المرتفعة جنوب وجنوب غرب المنطقة، حيث تكون نوعية الصخور الأم ذات مقاومة متسقة إلى حد ما.

٣- تتباين معدلات استمرار تدفق مياه الأودية والروافد المغذية لحوض التصريف من موقع إلى آخر، ومع ذلك يمكن تمييز ثلاثة أنماط من خطوط التصريف (Drainage lines) التي تغذي المجرى الرئيسي وهي:

- أودية موسمية (Intermittent Wadis) وهي التي تجري بها المياه على السطح غالبية أشهر السنة، وتتأثر جزئياً بالتبخر وتعد من الأودية المغذية الرئيسية للمجرى الرئيسي للحوض. ومن أمثلتها وادي ترج ووادي هرجاب.
- أودية فرعية – سريعة الزوال – (Ephemeral Wadis) وهي التي تجري مياهها نتيجة تدفق وجريان المياه المفاجئ خلال موسم الأمطار (Flush Run Off) وتعد مصدراً من مصادر التغذية إما للمجرى الرئيسي أو للأودية الموسمية، ومن أمثلتها وادي تندحة ووادي ابن هشبل.
- أودية جافة (Dry Wadis) ليس لها قدرة على جريان المياه على سطحها خلال موسم الأمطار ومع ذلك فهي مصدر تغذية للأودية الموسمية وفروعها الأساسية من خلال الجريان تحت السطحي (Subsurface Run Off) ومن أمثلتها وادي القاع.

٤ - يمكن اعتبار حوض تصريف وادي بيشة حوضاً من الدرجة الرابعة حيث تكون دورة التعرية (Erosion Cycle) مازالت نشطة، ومن أمثلة ذلك مجموعة أودية (عرعره – حوارن – ترج – بيشة).

جدول (٤٦)

الخواص الهيدرولوجية للأحواض الفرعية لحوض تصريف وادي بيشة

اسم الحوض الفرعي	المساحة (كم^2)	الكثافة (كم/كم^2)	الشكل (الطول/العرض)
وادي تندحة	٩٤٠	٠,٢	١,٥
الجوف	٤٨٠	٠,٢	٥,٠
عتود	١٦٥٠	٠,٢	١,٥
أبها	١٩٢٠	٠,٣	٢,٠
ابن هشبل	١١٠٠	٠,٥	٣,١
عياء	١٢٥٠	٠,٤	٥,٢
هرجاب	٣٧٤٠	٠,٦	٢,٥
ترج	٣١٧٠	٠,٨	٢,٦
تباله	١٩٩٠	٠,٣	١,١
الرميله	١٥٨٠	٠,٢	١,٦

الجدول من إعداد الباحثة.

* تم قياس المساحة باستخدام جهاز البلانيميتر (Planimeter) وأطوال خطوط التصريف باستخدام عجلة القياس (Curvemeter) من الخرائط الطبوغرافية (١ : ٢٥٠,٠٠٠)، وزارة البترول والثروة المعدنية ١٩٩٩م.

٥ - توضح الدراسة الكمية لهيدرولوجية حوض تصريف وادي بيشة (الجدول ٥/١) التالي:

- أن مساحة الحوض الإجمالية في المنطقة الجبلية بعسير نحو (١٧٨٠٠) كم^2 تمثل ما يزيد عن (٨٥%) من الجزء الأعلى والأوسط من الحوض وتقدر بنحو (٢١٠٠٠) كم^2.
- إن طول الحوض من نقطة المنبع قرب أحد رفيدة إلى نهاية حدود منطقة عسير الجبلية نحو (٢٤٧) كم وأن أقصى عرض للحوض لا يزيد عن (١١٠) كم موازياً لخط العرض (١٠َ ١٩ْ) من نقطة غرب النماص شرقاً حتى نقطة تقع شمال شرق أبو جنية وهذا يعني أن نسبة طول الوادي إلى عرضه في المنطقة الجبلية بعسير (٢,٥ : ١).
- إن أعلى نقطة في منبع الحوض تقع في الجنوب على ارتفاع (٢٣٠٠)م فوق مستوى سطح البحر أما أدنى نقطة للحوض فتقع شمال المنطقة الجبلية بعسير على ارتفاع (١٠٢٠) م فوق مستوى سطح البحر وهذا يعني أن المعدل العام لانحدار الحوض نحو (٥,٢ متر/كم) وهو معدل انحدار فوق المتوسط.

- يمكن تقسيم حوض تصريف وادي بيشة إلى (١٠) أحواض تصريف مياه فرعية – على الأقل– يشكل كل منها حوض تصريف له خواصه الهيدرولوجية المميزة وهي تعكس طبيعة حوض بيشة على النحو التالي :

* يعد حوضا التصريف الفرعيان لوادي هرجاب ووادي ترج أكبر الأحواض الفرعية مساحة ويبلغان (٣٧٤٠) كم٢، (٣١٧٠) كم٢ على التوالي. بينما يعد حوض التصريف الفرعي لوادي الجـــوف أقلــها مســاحة ولا يتجاوز (٤٨٠)كم٢ شكل (٧٣).

* يمثل حوض التصريف الفرعي لوادي ترج أكبر الأحواض الفرعية كثافة حيث يقدر إجمالي أطوال خطـوط التصــريف إلى المســاحة الإجمالية للحوض بنحو (٠,٨) كم/كم٢ يليه حوض هرجاب حيث الكثافة نحو (٠,٦) كم/كم٢ وتتراوح كثافة باقي الأحواض الفرعية بين (٠,٢ – ٠,٥) كم/كم٢ وفي كل الحالات فإن المتوسط العام للكثافة الهيدرولوجية لحوض وادي بيشة يقدر بنحــو (٠,٣٣) كم/كم٢ وهذا يعني أن هذا الحوض يمثل، هيدرولوجياً، نظاماً لحوض تصريف ضعيف (Weak drained System) شكل (٧٤).

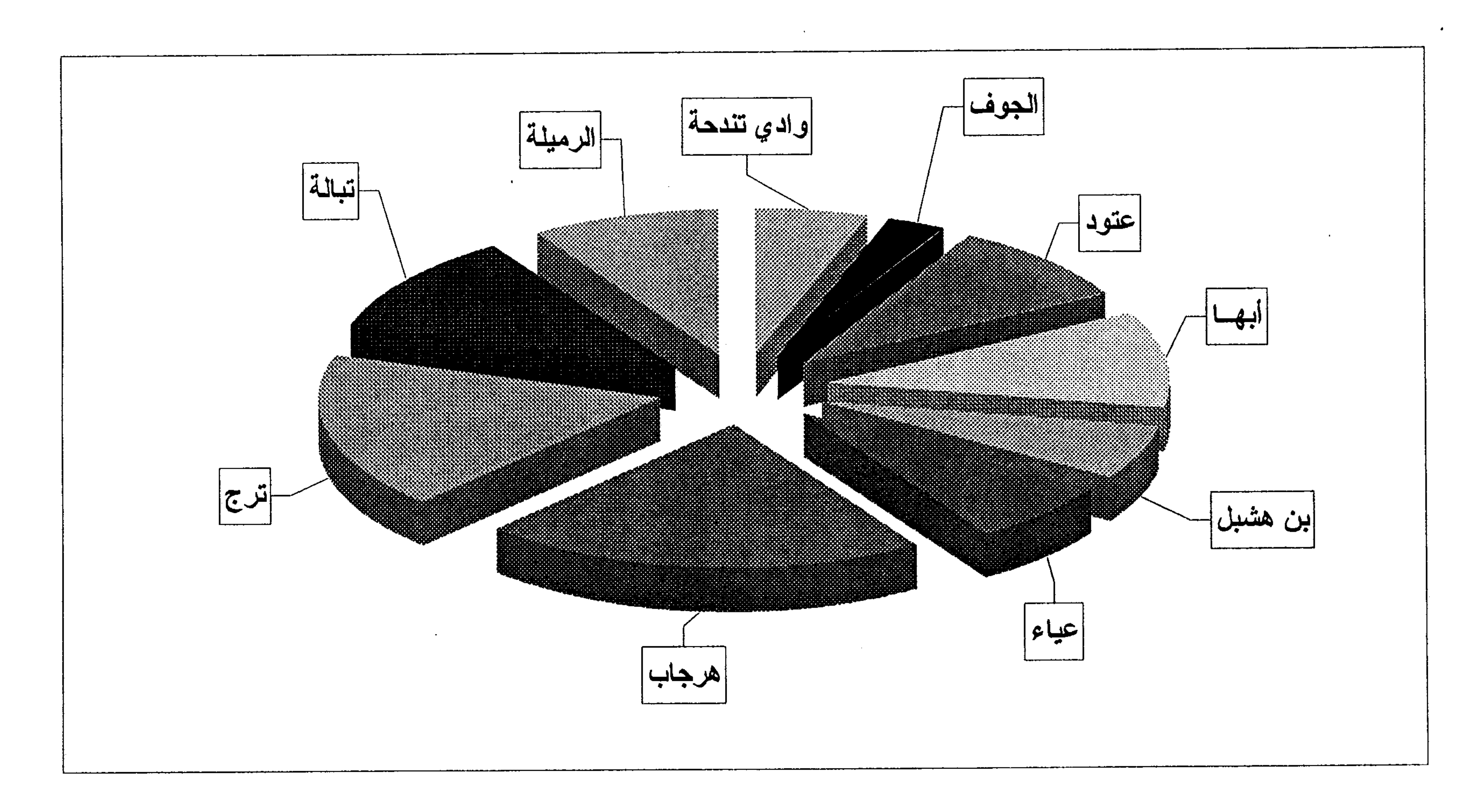
* الشكل المقدر للأحواض الفرعية العشرة (نسبة الطول/العرض) لا يعكس بالضرورة الشكل العام لحوض تصريف وادي بيشة باستثناء حوضي ترج وهرجاب وقد تتباين هذه النسبة خاصة للأحواض الفرعية الأقل مساحة.. وفي كل الحالات فإن هذه النسبة تزيد عن (١,٠) وربما تصل إلى (٥,٠) كما هو الحال في حوض التصريف الفرعي لوادي الجوف.

الخواص الهيدرولوجية لحوض تصريف وادي تثليث.

١- يبدأ المجرى الرئيسي الأعلى لحوض تصريف وادي تثليث من نقطة جنوب الحرجة ثم يمتد في اتجاه الشمال إلى نقطة شمال مدينة تثليث حيث يلتقي برافد تغذية أساسي –وادي الثفن – ومن ثم يأخذ اتجاه الشمال الشرقي إلى خارج حدود المنطقة الجبلية بعسير.

٢- يظهر حوض تصريف وادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير على هيئة نظام تصريف مياه ذي نمط شجيري لنظام مياه معقد غير واضح (Complex Denteritic Pattern) حيث تظهر خطوط التصريف شرق المجرى الرئيسي على هيئة وديان قصيرة وشعب وشعيبات غير متصلة، بينما يمكن تمييز الروافد والوديان الفرعية غرب المجرى الرئيس التي تمثل المصدر الرئيس لتغذية هذا الحوض.

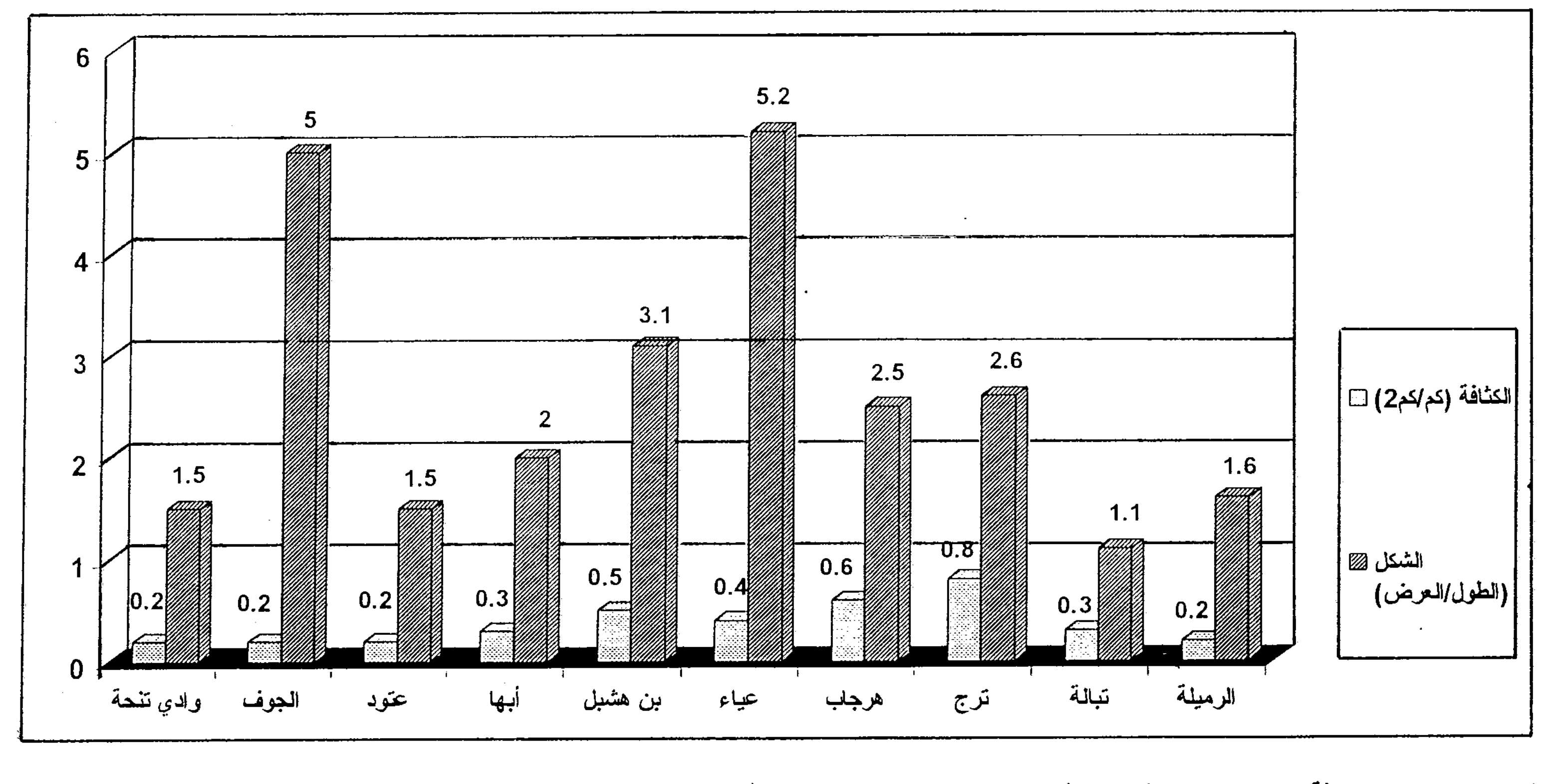
شكل (٧٣)
مساحة الأحواض الفرعية لحوض تصريف وادي بيشة (كلم٢)



المصدر: إعداد الباحثة على المساحة البلانمترية المحسوبة من الخريطة الطبوغرافية ١/٢٥٠٠٠٠

شكل (٧٤)

الكثافة (كم/كم^2) والشكل (الطول /العرض) في الأحواض المائية الفرعية لحوض تصريف وادي بيشة.



المصدر : إعداد الباحثة بالإعتماد على قياس الأطوال من الخرائط الطوبوغرافية 250000/1 باستخدام عجلة القياس (Curvimeter)

٣- تتباين معدلات استمرار تدفق مياه الأودية والروافد المغذية لحوض التصريف من موقع إلى آخر وعليه يمكن تمييز ثلاثة أنماط من خطوط التصريف التي تغذي المجرى الرئيس وهي :

- أودية موسمية (Intermittent Wadis) وهي التي تجري مياهها على السطح غالبية أو بعض أشهر السنة، وتتأثر جزئياً بالتبخر ومن أمثلتها أودية الثفن- جاش- طريب وجميعها غرب المجرى الرئيس ولا توجد أمثلة لذلك شرق المجرى الرئيس.
- أودية فرعية سريعة الزوال (Ephemeral Wadis) وهي التي تجري مياهها نتيجة تدفق وجريان المياه المفاجئ خلال موسم الأمطار (Flush Run off) وتعد مصدراً من مصادر تغذية المجرى الرئيس أو للأودية الموسمية ويمثلها وادي الشيق غرب المجرى الرئيس، ووادي ملحة شرق المجرى الرئيس.
- أودية جافة طوال السنة ليس لها قدرة على جريان المياه على سطحها خلال موسم الأمطار ومع ذلك فهي مصدر تغذية للأودية الرئيسة والفرعية من خلال الجريان تحت السطحي (Subsurface Run Off) ويمثلها غالبية الأودية وخطوط التصريف شرق وشمال الحوض. وبعض الخطوط غرب المجرى الرئيس.

٤ - يمكن اعتبار حوض تصريف وادي تثليث من الدرجة الثالثة أو الرابعة على أكثر تقدير في الأحواض الفرعية شرق المجرى الرئيس مثال ذلك أودية (لاثام - نصل - ملحة - القراع) بينما يظهر كحوض من الدرجة الخامسة أو السادسة كما هو الحال في أودية (النقع - السليل - الشيق - المسيرق - الثفن- تثليث) وهذا يعنى أن دورة التعرية في أحواض التصريف غرب المجرى الرئيس أكثر منها نشاطاً في أحواض التصريف شرق المجرى الرئيس.

٥ - توضح الدراسة الكمية لهيدرولوجية حوض تصريف وادي تثليث ما يلي :

أ - أن مساحة الحوض الإجمالية في المنطقة الجبلية بعسير نحو (٢٨٥٠٠) كم^2 وهي بذلـك تغطي بالكامـل الجزء الأعلى والأوسط من الحوض، وغالبية الجزء الأدنى أي ما يعـادل (٨٩%) من إجمـالي المسـاحة الكلية للحـوض وتقـدر بـ(٣٢٠٠٠) كم^2.

ب- أن طول الحوض من نقطة المنبع القريبة من الحرجة حتى نهاية حدود المنطقة الجبلية بعسـير نحـو (٣١٠) كم، وأن أقصى عرض للحـوض لا يزيـد عن

(١٥٠) كم موازياً لخط العرض (٢٠َ ١٩ْ) جنوب مدينة تثليث. وهذا يعني أن نسبة الطول إلى العرض (٢ : ١) تقريباً.

ج- أن أعلى نقطة في منبع الحوض تقع في الجنوب على ارتفاع (٢٣٥٠) م فوق مستوى سطح البحر أما أدنى نقطة فهي تقع في الركن الشمالي الشرقي من المنطقة الجبلية بعسير على ارتفاع (٨٠٠) م فوق مستوى سطح البحر وهذا يعني أن المعدل العام لانحدار الحوض نحو (٣,٨) م/كم وهو معدل متوسط وأقل من نظيره في حوض وادي بيشة.

د - نظراً لطبيعة الحوض الجيومورفولوجية -خاصة في المناطق شرق المجرى الرئيس- فقد يكون من الصعوبة بمكان تقسيم حوض تصريف وادي تثليث إلى أحواض فرعية محددة، وبالتالي تحديد معاملاتها الهيدرولوجية.. ومع ذلك فإنه بصورة عامة يمكن التعبير عن حوض تصريف وادي تثليث باعتباره حوضاً كبير المساحة يتسم بكثافة محدودة لا تتعدى (٠,٢) كم/كم٢ وينظر إليه باعتباره نظاماً هيدرولوجياً ذا تصريف متدنٍ (Poorly drained system).

ثالثاً - التوازن المائي في المنطقة.

يستخدم مصطلـــح التوازن المائي (Water balance) غالباً مرادفاً للدورة الهيدرولوجية (Hydrological Cycles) وحيث يفترض وجود توازن بين عناصر الإمداد المائي وعناصر الفقد المائي، (World Water balance ,UNESCO, (1978 ويتم التعبير عن ذلك رياضياً باستخدام المعادلة العامة :

$$P - Q - ETP - U = 0$$

حيث إن :

(P) (Precipitation) تمثل إجمالي هطول الأمطار التي نتجت من الرطوبة (بخار الماء) المنقولة من المسطحات المائية العظمى (المحيطات) أو من خلال تكثيف الرطوبة محلياً.

(Q) (Run Off) الجريان المائي ويتضمن الجريان السطحي وتحت السطحي.

(ETP) (Evapotranspiration) التبخر.

(U) المياه الجوفية والسطحية (Surface and Ground Water) وهي تلك المياه التي لا يتم تصريفها بالجريان المائي وتؤدي إلى رطوبة التربة وقد تخزن تحت السطح كمياه جوفية سطحية.

ويمكن استخدام هذه المعادلة العامة لمعرفة التغير في مخزون المياه وشرح التوازن المائي لأي منطقة.. ومن ثم فإن التعامل مع هذه المعادلة في المنطقة الجبلية بعسير يتطلب أخذ العناصر التالية في الاعتبار :

١- إن إجمالي معدلات هطول الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير (P) سيكون محصلة الأمطار التي نتجت من الرطوبة المنقولة من المسطحات المائية خارج المنطقة من البحر الأبيض المتوسط، البحر الأحمر، البحر العربي، والتي تعرف بأمطار الحمل الحراري خلال فصل الصيف والأمطار الديناميكية (الاضـطرابية) خـلال فصلي الشتاء والربيع (P_a) ويمكن حسـابها من خريطة خطـوط تسـاوي معـدلات الأمطار (Isohytal Map) بالإضافة إلى الأمطار المقـدرة نتيجـة تكـثيف الرطوبة محلياً في قمم الجبال العالية في المنطقة الجبلية بعسير (P_c) والتي تعرف بالأمطار التضاريسية وتكثر خلال المواسم المطيرة.

٢- إن الجريان المائي السطحي المحسـوب (Q_s) (Surface Run Off) في المنطقة ناتج من جريان المياه في الوديـان الموسـمية المتقطعـة أو تلك التي تتلقى المـياه نتيجـة الجـريان المفاجـئ (Flush Run Off) لمـدة زمنيـة محـددة، يضاف إلى ذلك الجريان تحت السطحي (Q_{ss}) (Subsurface Run Off).

٣ - تعد المياه الجوفية والسطحية في المنطقة الجبلية بعسير (U) مورداً متجدداً للمياه في منطقة هيدرولوجية داخلية (غير متصلة بالبحر) وأن هذا المورد يتم استغلاله مباشرة للاستخدامات العامة، ويلعب دوراً أساسياً في حساب التغير في معادلة التوازن المائي.

٤ - إن عامل التبخر (ETP) يمثل عنصراً سلبياً مهماً في معادلة التوازن المائي، ويرتبط أساساً بدرجات الحرارة حيث يتم التبخر إما مباشرة من السطح أو من خلال عمليات النتح للغطاء النباتي في المنطقة الجبلية بعسير.

وعليه فإن معادلة التوازن المائي "الخاصة" للمنطقة الجبلية بعسير تصبح :

$$P_a + P_c - Q_s - Q_{ss} - U - ETP = 0$$

أو يمكن التعبير عنها بالصورة التالية :

$$P_a + P_c = Q_s + Q_{ss} + U + E$$

ويتم حساب معادلة التوازن المائي من خلال حساب التقديرات التالية :

تقديرات إجمالي معدلات الأمطار.

يُعد هطول الأمطار على المنطقة الجبلية بعسير من النـــوع الاضــطرابي التضاريسي (Cyclonic Type) الذي ينشأ نتيجة تكثيف بخار ماء وتصاعده في الغلاف الجوي، ويمكن تقدير معدل إجمـالي هطول الأمطار من خريطة تسـاوي الأمطـار للمنطقة الجبلية بعسـير شـكل (٦٢) التي أعـدت في الدراسـة بالفصل الرابع وبتطـبيق معـادلة ديوسـت .(De wiest)

$$P = \sum \frac{P_{av} \times A_z}{A_z}$$

De Wiest, R. (1965)

حيث P_{av} هو معدل الأمطار الهاطلة على مساحة A_z للمنطقة (Z).

ويوضح جدول (٤٧) التحليل الإحصائي لخريطة هطول الأمطار بالمعدلات الفعلية السنوية على المنطقة الجبلية بعسير والمتوسط العام لهطول الأمطار عليها على النحو التالي :

- إن إجمالي متوسط الأمطار الهاطلة سنوياً على كامل مساحة الدراسة يعادل (١٤١٩٦) مليون متر مكعب.
- إن المتوسط العام لهطول الأمطار على المنطقة الجبلية بعسير باستخدام معادلة ديوست يعادل نحو (٢٠٣) مم.
- إن المنطقة تقوّم باعتبارها منطقة هيدرولوجية شبه رطبة إلى شبه جافة.

جدول (٤٧)

إجمالي متوسط الأمطار السنوي على المنطقة الجبلية بعسير.

نطاق المنطقة المطيرية (مم)	المتوسط العام للهطول على المنطقة المطيرية (مم)	مساحة المنطقة المطيرية (كم٢)	إجمالي الأمطار الهاطلة (مليون) م٣
٥٠-١٠٠	٧٥	١٠٨٢٦	٨١٢,٠
١٠٠-٢٠٠	١٥٠	٢٥٤٧٣	٣٨٢١,٠
٢٠٠-٣٠٠	٢٥٠	٢٥٢٢٣	٦٣٠٥,٨
٣٠٠-٤٠٠	٣٥٠	٥٦٥٧	١٩٧٩,٩
٤٠٠-٥٠٠	٤٥٠	٢٧١٧	١٢٢٢,٧
٥٠٠-٥٥٠	٥٢٥	١٠٤	٥٤,٦
الإجمالي		٧٠٠٠٠	١٤١٩٦,٠

الجدول من إعداد الباحثة من واقع التحليل الإحصائي لخريطة معدلات الأمطار الفعلية السنوية،الشكل (٦٢).

أما الجدولان (٤٨ – ٤٩) فيوضحان التحليل الإحصائي لخريطة متوسطات الأمطار على حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير باستخدام نفس الخريطة السابقة شكل (٦٢) على النحو التالي :

- تقدر كمية الأمطار الهاطلة سنوياً على حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث بما يعادل (٤٤٣٤,٨) مليون م٣، (٥١٦٢,٦) مليون م٣ على التوالي أي أن إجمالي ما يهطل عليهما معاً يعادل (٦٧%) من إجمالي ما يهطل من أمطار على المنطقة الجبلية بعسير.
- يبلغ المتوسط العام لهطول الأمطار على حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث (باستخدام معادلتي ديفيز وديوست) ما يعادل (٢٤٧) مم، (١٨١) مم على التوالي وهذا يعني تقويّم حوض تصريف وادي بيشة باعتباره حوضا هيدرولوجياً لمنطقة شبه رطبة، وهذا ما يؤكد اهتمام المسئولين بهذا الوادي، حيث تم إنشاء سد خادم الحرمين الشريفين وافتتح عام ١٩٩٩م بسعة تخزينية قدرها (٣٢٥) مليون م٣، بينما يقوّم حوض تصريف وادي تثليث باعتباره حوضاً هيدرولوجياً لمنطقة شبه جافة.

جدول (٤٨)

إجمالي متوسط الأمطار السنوي على حوض تصريف وادي بيشة.

نطاق المنطقة المطيرية (مم)	المتوسط العام للهطول على المنطقة المطيرية (مم)	مساحة المنطقة المطيرية (كم٢)	إجمالي الأمطار الهاطلة (مليون م٣)
١٠٠-٢٠٠	١٥٠	٦٥٠٣	٩٧٥,٥
٢٠٠-٣٠٠	٢٥٠	٦٩١٣	١٧٢٨,٢
٣٠٠-٤٠٠	٣٥٠	٣٠٣٥	١٠٦٢,٣
٤٠٠-٥٠٠	٤٥٠	١٣٦٥	٦١٤,٢
٥٠٠-٥٥٠	٥٢٥	١٠٤	٥٤,٦
الإجمالي	–	١٧٩٢٠	٤٤٣٤,٨

الجدول من إعداد الباحثة من واقع التحليل الإحصائي لخريطة معدلات الأمطار الفعلية السنوية،الشكل (٦٢).

جدول (٤٩)
إجمالي متوسط الأمطار السنوي على حوض تصريف وادي تثليث.

نطاق المنطقة المطيرية (مم)	المتوسط العام للهطول على المنطقة المطيرية (مم)	مساحة المنطقة المطيرية (كم٢)	إجمالي الأمطار الهاطلة (مليون م٣)
٥٠-١٠٠	٧٥	٥٤٠٦	٤٠٥,٤
١٠٠-٢٠٠	١٥٠	١١٣٦٧	١٧٠٥,٠
٢٠٠-٣٠٠	٢٥٠	١٠٧٤٩	٢٦٨٧,٢
٣٠٠-٤٠٠	٣٥٠	٧٥٧	٢٦٥,٠
٤٠٠-٥٠٠	٤٥٠	٢٢٢	١٠٠,٠
الإجمالي		٢٨٥٠١	٥١٦٢,٦

الجدول من إعداد الباحثة من واقع التحليل الإحصائي لخريطة معدلات الأمطار الفعلية السنوية، الشكل (٦٢).

أما إجمالي الأمطار الناتجة عن تكثيف الرطوبة محلياً في أعلى الجبال المرتفعة بما يزيد على (٢٠٠٠) م عن سطح البحر (P_c) والتي تنحصر في غرب المنطقة الجبلية بعسير في حوض تصريف وادي بيشة (الجزء الأوسط)، والمنطقة المحصورة بين خط تقسيم وادي بيشة غرباً إلى حدود المنطقة الجبلية بعسير غرباً التي تمثل النطاق العلوي للأجزاء الشرقية لأحواض تصريف أودية البحر الأحمر، فإنها تقدر من خلال العلاقة بين إجمالي الأمطار الهاطلة وأمطار تكاثف الرطوبة (**World Water balance ,UNESCO, (1978**) طبقاً للعلاقة التالية :

$$P_c = K P_a$$

بافتراض أن (K) ثابت يعادل (٠,١٢) وهذا الرقم يتوافق، إلى حد كبير، مع القياسات المناظـرة التي تمـت لأحواض تصريف مماثلـة في قارات أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية جدول (٥٠) والتي لها نفس الظروف الهـيدرولوجية المماثلة. فإن حساب أمطار التكاثف المحلية أي (P_c) يكون :

$$P_c = 0.12 \times 3733$$

أي نحو (٤٤٨) مليون متر مكعب.

ويلخص جدول (٥١) إجمالي تقديرات الأمطار على المنطقة الجبلية بعسير (P) والأمطار الناتجة من الرطـوبة المنقولة من الخارج (P_a) والأمطار نتيجة تكثيف الرطوبة محلياً (P_C) في حوضي تصريف وادي بيشة وتثليث والأجزاء الأخرى الواقعة في منطقة الدراسة طبقاً للعلاقة التالية :

$$(P = P_a + P_c)$$

جدول (٥٠)

قياس معدل الرطوبة المحلية (K) في المناطق المرتفعة لبعض الأحواض الكبرى في قارات أفريقيا وآسيا وأمريكا الجنوبية.

القـــارة	حوض التصريف في مسطحات مائية كبرى	الأمطار من الرطوبة المنقولة (P_a) مليار م٣	الأمطار نتيجة تكثيف الرطوبة محلياً (P_c) مليار م٣	معادلة الرطوبة المحلية ($K = P_c / P_a$)
أفريقيا	المحيط الهندي	٣١٦٠	٥٠٠	٠,١٦
	البحر الأبيض المتوسط (نهر النيل).	١٧٩٠	٢٣٠	٠,١٣
	الصحاري الكبرى	١٤٧٠	١٤٠	٠,١٠
	صحراء كالاهاري	٥٠٩	٢٥	٠,٠٥
آسيا	المحيط الهندي	٦٣١٠	٨٨٠	٠,١٤
	الجزيرة العربية	٢٨٢	٨	٠,٠٣
أمريكا الجنوبية.	المحيـــط الأطلســـي (نهر الأمازون).	١١٤٩٠	٣٤٤٠	٠,٢٩
	المحيط الهادي	١٧٨٠	٩٠	٠,٠٥
	الأحواض الداخلية	٥٩٦	٥٤	٠,٠٩

الجدول من إعداد الباحثة بتصرف :.World Water balance, UNESCO, (1978)

جدول (٥١)

إجمالي الأمطار الهاطلة على المنطقة الجبلية بعسير من الرطوبة المنقولة من الخارج ونتيجة تكثيف الرطوبة محلياً.

منطقة هطول الأمطار	أمطار من رطوبة منقولة من الخارج P_a	أمطار نتيجة تكثيف الرطوبة محلياً P_c	إجمالي الأمطار $P_a + P_c$ (مليون م٣)
حوض تصريف وادي بيشة.	٤٤٣٤,٨	٣٠٨	٤٧٤٢,٨
حوض تصريف وادي تثليث.	٥١٦٢,٦	–	٥١٦٢,٦
الأجزاء الأخرى	٤٥٩٨,٦	١٤٠	٤٧٣٨,٦
الإجمالي	١٤١٩٦,٠	٤٤٨	١٤٦٤٤,٠

الجدول من إعداد الباحثة.

تقديرات إجمالي المياه الناتجة من الجريان السطحي.

يعد تدفق المياه في المجاري المائية على السطح من الناحية الهيدرولوجية مرادفاً للجريان السطحي، فالجزء الأعظم من الأمطار الهاطلة على مناطق التجمع المطري (Catchment areas) تفقد نتيجة عمليتي التبخر/النتح والجزء المتبقي يجري على هيئة مجار مائية (Surface Run Off) أو قد يتسرب إلى التربة ليشكل نوعاً من الجريان تحت السطحي (Subsurface Run Off).. وقد يلعب هذا الجريان تحت السطحي دوراً في تحديد ماهية رطوبة التربة ويسهم في تغذية المجاري السطحية إذا تم احتفاظه في منطقة التشبع (Aeration Zone) ولم يتم تسربه إلى المنطقة الباطنية (منطقة المياه الجوفية) (Groudnd Water Zone) أسفل منسوب المياه الاستاتيكي (StaticWater Table) مستوى الماء الأرضي المستقر.

وفي كل الحالات فإن هناك علاقة بين عنصري المطر والجريان السطحي تحدد النظام المائي وماهيته وهذه العلاقة تتأثر بعدة عوامل من أبرزها:

- طبوغرافية حوض التصريف وأثر ذلك على المعاملات الهيدرولوجية للأودية وروافد وفروع الأودية والشعب.
- شدة هطول الأمطار (Rain Intensity) ويلعب الموقع الجغرافي الدور الأول في تقيّمها.
- مدة هطول الأمطار (Rain Duration).

وفيما يتعلق بالمنطقة الجبلية بعسير فسيتم تحديد معاملين أساسيين لشرح هذه العلاقة بين المطر والجريان السطحي في حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث لكونها أنظمة مائية شبه متكاملة في المنطقة الجبلية بعسير وهي :

١ - معامل الجريان السطحي I_R وهو مقياس المتوسط العام للجريان السطحي السنوي (R) إلى إجمالي المتوسط العام لهطول الأمطار السنوي (P) وطبقاً للعلاقة التالية : World Water balance, UNESCO, (1978)

معامل الجريان السطحي = $I_R = \frac{R}{P}$ ويمكن أن تقاس كنسبة مئوية.

٢ - عمق الجريان للمياه (D_R) وهو النسبة بين المتوسط العام للجريان السطحي السنوي (R) على المساحة الإجمالي (A) World Water balance ,UNESCO, (1978) وطبقاً للعلاقة التالية :

عمق الجريان السطحي = $D_R = \frac{R}{A}$ ويقاس بالمليمتر (مم).

يوضح جدول (٥٢) علاقات واقع التقديرات التي تمت على المنطقة الجبلية بعسير عن هطول الأمطار على حوضي وادي بيشة ووادي تثليث وبالاستعانة بالبيانات المتحصل عليها عن تقديرات المتوسط العام للجريان السطحي التي تمت على حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث من قبل وزارة الزراعة والمياه الخطيب، (١٩٨٠م)، ومن التحليل يتضح التالي :

- إن معامل الجريان السطحي لحوض تصريف وادي بيشة ووادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير (٠,٠٣) ، (٠,٠١) على التوالي.
- إن عمق الجريان السطحي للمياه في حوض تصريف وادي بيشة ووادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير (٧,٣) مم ، (١,٠) مم على التوالي.
- إن النتائج المتحصل عليها تعكس نوعية مختلفة للحوضين حيث يقوّم حوض وادي بيشة باعتباره حوضاً تصريفياً ضعيفاً إلى متوسط، بينما يقوّم حوض وادي تثليث باعتباره حوضاً تصريفياً متدنياً، وتعد هذه النتائج تأكيداً لما سبق التوصل إليه من الدراسة الجيومورفولوجية للحوضين.

جدول (٥٢)

جدول مقارن لمعاملات الجريان السطحي

لحوضي وادي بيشة ووادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير.

البيـــــــان	حوض تصريف وادي بيشة في المنطقة الجبلية بعسير	حوض تصريف وادي تثليث في المنطقة الجبلية بعسير
مساحة الحوض (كم٢)	١٧٨١٦	٢٨٥٠١
إجمالي المتوسط العام لهطول الأمطار (مليون متر مكعب/سنة).	٤٤٣٤,٨	٥١٦٢,٦
المتوسط العام للتصريف السطحي (مليون متر مكعب/سنة).	١٣٠,٧	٢٦,٨
معامل الجريان السطحي	٠,٠٣	٠,٠١
عمق الجريان السطحي (مم)	٧,٣	١,٠

الجـدول من إعداد الباحثة اعتماداً على تقديرات الدراسات التي أجرتها وزارة الزراعة والمياه عن المتوسط العام للجريان السطحي لحوضي تصريف وادي بيشه ووادي تثليث.

أما بالنسبة لتقديرات الجريان تحت السطحي (Q_{ss}) فقد افترض أنه يعادل (٥%) من إجمالي الجريان السطحي (Q_s) وهذه النسبة تتوافق، إلى حد كبير، مع قياسات مماثلة لأحواض تصريف أخرى في مناطق مشابهة من قارة آسيا والعالم بصفة عامة[١].

ويلخص جدول (٥٣) إجمالي تقديرات الجريان السطحي (Q_s) وتحت السطحي (Q_{ss}) في المنطقة الجبلية بعسير وفي حوضي تصريف وادي بيشة ووادي تثليث والأجزاء الأخرى، طبقاً للعلاقة التالية :

$$Q = Q_s + Q_{ss}$$

جدول (٥٣)

إجمالي الجريان المائي السطحي وتحت السطحي في المنطقة الجبلية بعسير.

حوض التصريف	الجريان السطحي (Q_s) مليون م٣	الجريان تحت (Q_{ss}) السطحي مليون م٣	الإجمالي مليون م٣ $Q_s + Q_{ss}$
وادي بيشة	١٣٠,٧	٦,٥	١٣٧,٢
وادي تثليث	٢٦,٨	١,٣	٢٨,١
الأجزاء الأخرى	–	–	–
الإجمالي	١٥٧,٥	٧,٨	١٦٥,٣

تقديرات إجمالي المياه السطحية والجوفية المتجددة.

تنحصر استخدامات هذا المورد المتجدد للمياه في الجوانب الثلاثة التالية:

- المياه التي يتم استخدامها مباشرة للطلب على المياه للسكان وسقيا الماشية.
- المياه التي يتم استخدامها للزراعات البعلية والتقليدية.
- المياه التي يتم استنزافها لتنمية الغطاء النباتي في منطقة الغابات والرعي.

ويوضح جدول (٥٤) أن الإجمالي العام المقدر لاستخدامات المياه الجوفية والسطحية الناتجة عن هطول الأمطار مباشرة على المنطقة في حدود (٦٣٥٢) مليون متر مكعب سنوياً موزعة على أساس :

---

(١) طبقاً للتقديرات الواردة في التقرير الصادر عن اليونيسكو ١٩٩٤م، فإن إجمالي المياه الناتجة من الجريان تحت السطحي على مستوى العالم تعادل (٢٢٠٠) بليون م٣، وهذه النسبة تعادل نحو (٥%) من إجمالي المياه الناتجة من الجريان السطحي للمياه على مستوى العالم، ص ١٠٨-١١٥.

١ - إجمالي استخدامات المياه للأغراض البشرية وسقيا الماشية في حدود (٨٨) مليون متر مكعب سنوياً (طبقاً لتقديرات استهلاك عام ١٤٢٠هـ) وأن الجزء الأعظم من هذه الكمية يتم استخراجه من الآبار السطحية المحفورة داخل المنطقة.

٢ - إن الزراعة البعلية والتقليدية تستهلك سنوياً ما يعادل (٧١٤) مليون متر مكعب (حسب المساحة المحصولية المقدرة من وزارة الزراعة والمياه لعام ١٤٢٠هـ).

٣ - إن إجمالي ما يتم استنزافه سنوياً من هذا المورد لتنمية الغابات الدائمة والموسمية والمراعي في حدود (٥٥٥٠) مليون متر مكعب[1].

جدول (٥٤)

تقديرات الموارد المائية المتجددة للاستخدامات العامة عام ١٤٢٠هـ في المنطقة الجبلية بعسير.

الاستخدامات	وحدة القياس	العـــدد	المقنن المائي السنوي م^3/وحدة القياس(*)	إجمالي المياه المستخدمة مليون م^3 /سنة
السكان في الحضر	نسمة	٤١٢,٠٠٠	٨٠	٣٣
السكان في الريف	نسمة	١٢٠٠,٠٠٠	٣٠	٣٦
سقيا الماشية	رأس	٢,٨٠٠,٠٠٠	٦,٧	١٩
زراعة المحاصيل (الحبوب)	هكتار	٢٦,٠٠٠	٩٠٠٠	٢٣٤
زراعة الخضار والفاكهة	هكتار	٣٢,٠٠٠	١٥,٠٠٠	٤٨٠
الغابات الدائمة	كم^2	٤,٥٠٠	٢٠٠,٠٠٠	٩٠٠
الغابات الموسمية	كم^2	١٤,٥٠٠	١٠٠,٠٠٠	١٤٥٠
المراعي	كم^2	١,٦٠٠,٠٠٠	٢٠٠٠	٣٢٠٠
إجمالي المياه	-	-	-	٦٣٥٢

الجدول من إعداد الباحثة.

(*) المقننات المائية المقدرة حسب ما ورد في وثائق خطط التنمية الصادرة من وزارة التخطيط.

تقدير معادلة التوازن المائي في المنطقة.

يشرح جدول (٥٥) التوازن المائي في المنطقة الجبلية بعسير خلال دورة مائية سنوية من واقع التساوي بين عناصر الإمداد المائي الناتجة أساساً من الأمطار الهاطلة والرطوبة المتكثفة، وعناصر الفقد المائي الناتجة من الجريان السطحي والمياه السطحية والجوفية المتسربة

---

(1) تم تقدير هذا الرقم اعتماداً على خريطة توزيع الغابات والمراعي الصادرة عن مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية (المركز الوطني للتكنولوجيا سابقاً) عام ١٩٨٢م.

في باطن الأرض، وما يتم فقده نتيجة عمليات التبخر من السطح أو من خلال الغلاف النباتي.
ومن أبرز النتائج المستخلصة من ذلك التالي :

- إن إجمالي عناصر الإمداد المائي أو الفقد المائي خلال دورة مائية سنوية تعادل (١٤٦٤٤) مليون م٣ أو (٢٠٩,٢) مم سنوياً.
- إن ما تحصل عليه المنطقة من المياه الناتجة من الرطوبة المتكثفة على المناطق الجبلية المرتفعة والتي تزيد عن (٢٠٠٠)م لا يتجاوز (٤٤٨) مليون م٣ أي تعادل (٣%) من إجمالي عناصر الإمداد المائي على كامل المنطقة.
- إن إجمالي الجريان السطحي وتحت السطحي للمياه من خلال أحواض التصريف الرئيسة بالمنطقة يقدر بنحو (١٦٥,٣) مليون م٣ سنوياً وبنسبة لا تتجاوز (١,١) من إجمالي المياه الهاطلة عليها.
- إن ما يتم استغلاله من مياه متجددة سنوياً للاستخدامات المباشرة للزراعة وتنمية الغلاف النباتي وتغطية المتطلبات البشرية في حدود (٦٣٥٢) مليون م٣ أي نحو (٤٣,٤%) من إجمالي المياه الهاطلة على المنطقة.
- إن هناك فاقداً نتيجة التبخر/النتح يزيد عن (٨١٢٦,٧) مليون م٣ سنوياً أي ما يعادل (٥٥,٥%) من إجمالي الأمطار الهاطلة، ولا تتم الاستفادة من هذه الكمية على مدار السنة، وهو ما جعلنا ننظر إلى هذه المنطقة باعتبارها منطقة جبلية شبه جافة/ شبه رطبة تتوزع فيها معدلات التبخر/النتح على كامل المنطقة في حدود (١١٦,١) مم سنوياً شكل (٧٥).

جدول (٥٥)

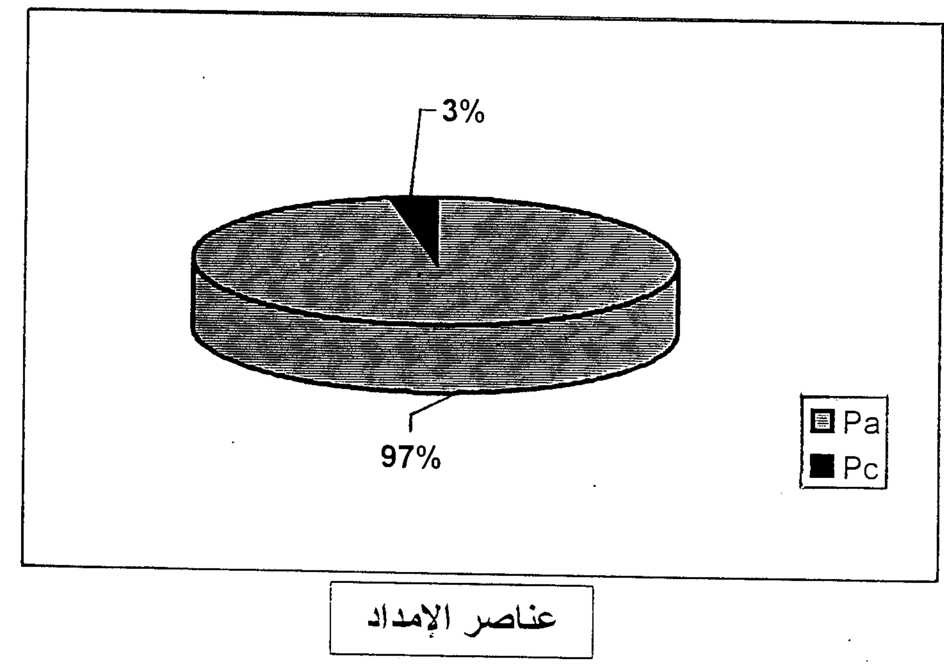
التوازن المائي في المنطقة الجبلية بعسير.

العنصـــــــر	مليون م٣/ سنة	ميليمتر/ سنة	النسبة المئوية
عناصر الإمداد المائي :			
الأمطار الهاطلة (Pa)	١٤١٩٦,٠	٢٠٢,٨	٩٧,٠
الرطوبة المتكثفة (Pc)	٤٤٨,٠	٦,٤	٣,٠
إجمالي فرعي	**١٤٦٤٤,٠**	**٢٠٩,٢**	**١٠٠,٠**
عناصر الفقد المائي :			
الجريان السطحي (Qs) وتحت السطحي (Qss)	١٦٥,٣	٢,٣	١,١
المياه الجوفية السطحية والجوفية (U)	٦٣٥٢,٠	٩٠,٨	٤٣,٤
الفاقد بالتبخر/النتح (ETP)	٨١٢٦,٧	١١٦,١	٥٥,٥
إجمالي فرعي	**١٤٦٤٤,٠**	**٢٠٩,٢**	**١٠٠,٠**

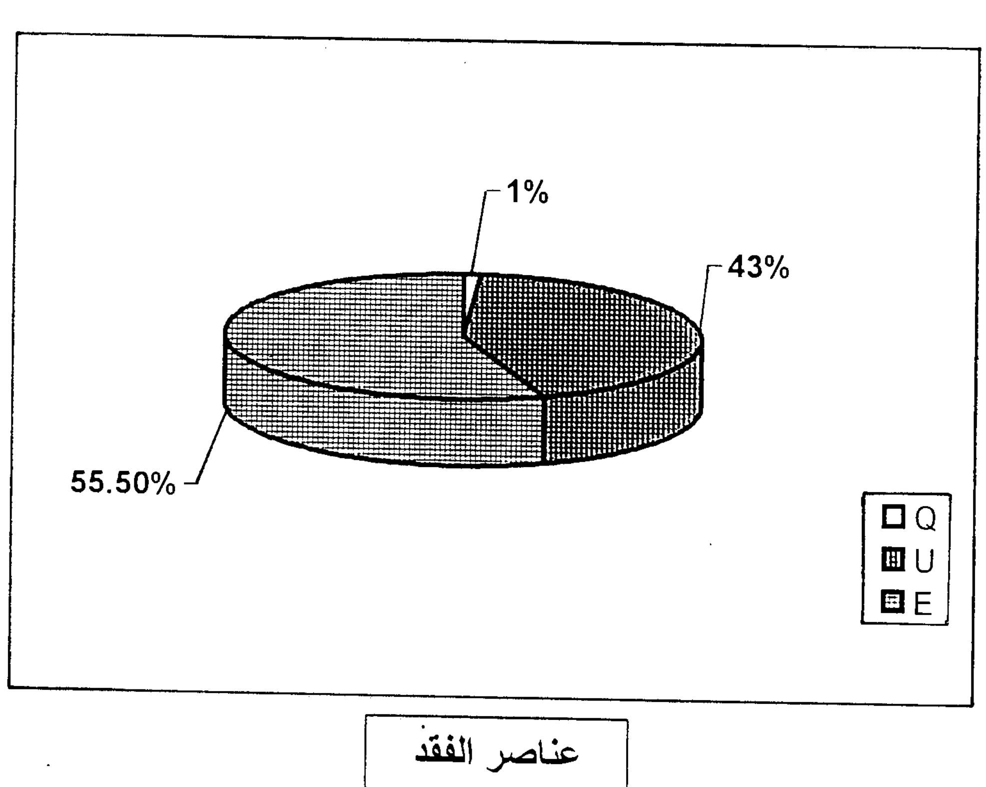
الجدول من إعداد الباحثة بالاعتماد على تحليل بيانات الفصلين: الرابع والخامس.

شكل (٧٥)

عناصر الإمداد و الفقد في معادلة التوازن المائي بمنطقة عسير الجبلية.



عناصر الإمداد



عناصر الفقد

المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على معادلة التوازن المائي.

رابعاً -   التربة في المنطقة.

خلال الخمسين عاماً الماضية تم إصدار بعض الدراسات الأكاديمية عن التربة بالمملكة إلا أنها كانت دراسات استكشافية تتسم بالشمولية حيث تشرح أنواع التربة حسب مظاهرها الطبيعية دون الدخول في تحليل وشرح ما يتعلق بخواصها من الناحية الكمية.

ويعد أطلس التربة الذي صدر عام ١٩٨٦م بمعرفة وزارة الزراعة والمياه، بالتعاون مع اللجنة السعودية الأمريكية للتعاون الاقتصادي ممثلة في فريق وزارة الزراعة الأمريكية هي الأساس لأول دراسة تفصيلية كمية لتصنيف التربة بالمملكة على أساس علمي، حيث تم تقسيم المملكة إلى (٢٢٦) خريطة تفصيلية منها (١٨) خريطة بمقياس رسم (١:٥٠٠,٠٠٠) و(٢٠٨) خريطة بمقياس رسم (١:٢٥٠,٠٠٠) موقع على (٤٩) وحدة خرائطية لأنواع مميزة من التربة على أساس النظام المتبع في الولايات المتحدة الأمريكية الذي يصنف التربة طبقاً لخواصها المورفولوجية والطبيعية والكيماوية، إلى جانب حرارة التربة ورطوبتها. وتمثل كل وحدة تربة خرائطية عنصراً من ترب كبرى معروفة للتربة أو قد تكون مشتركة من عنصرين أو أكثر من مجموعات ترب مختلفة لها تركيب متداخل وخصائص محددة، مما يمكن اعتبارها وحدة خرائطية منفصلة.

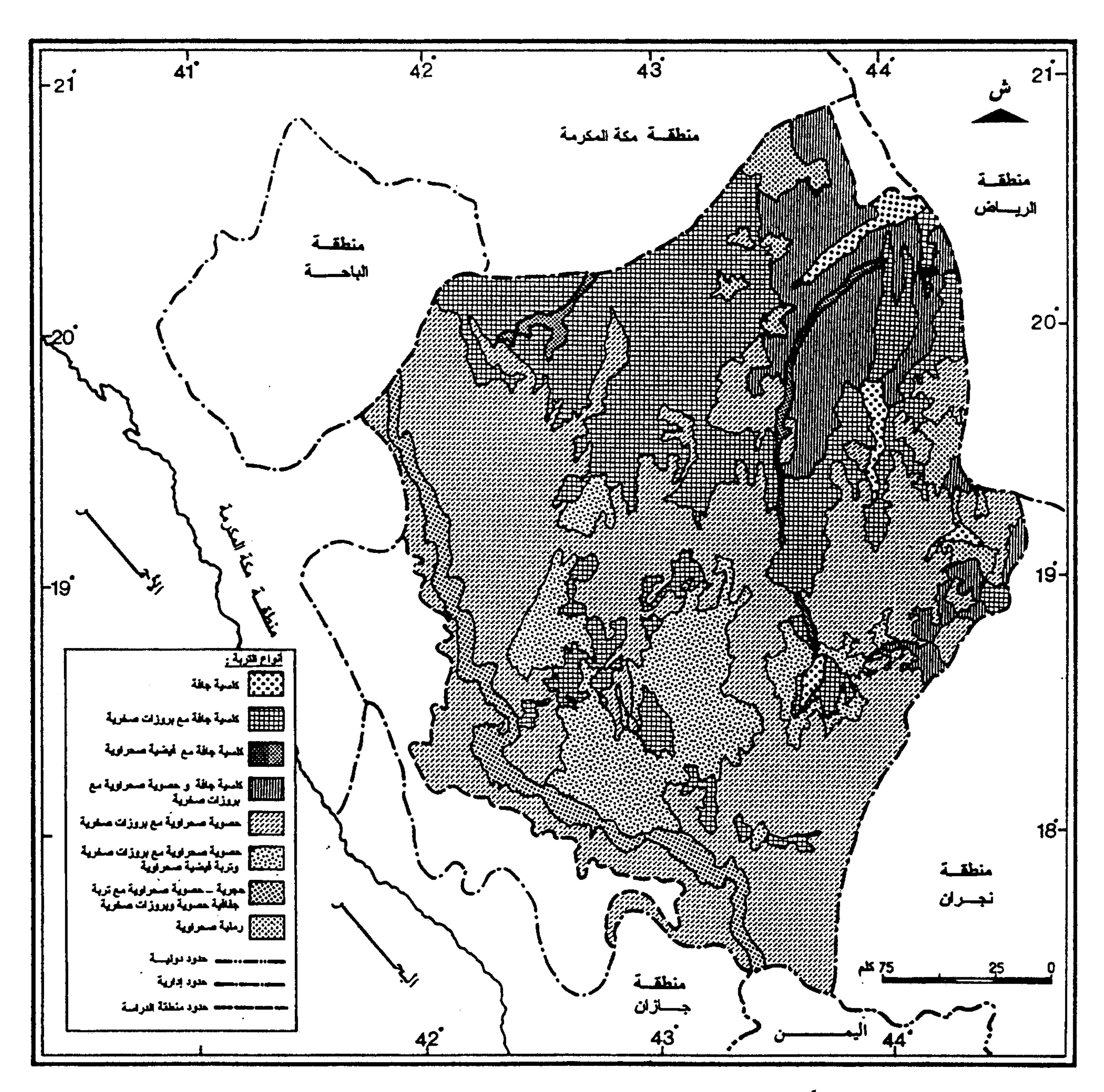
ولقد وضعت هذه الدراسة الحالية في إطار أهدافها الرئيسية تحديد العلاقة بين كافة العناصر الطبيعية المؤثرة على الغلاف النباتي – ومن ضمنها التربة – في منطقة عسير الجبلية، ومن ثم فقد تمت الاستفادة من (١٧) خريطة أساس تفصيلية للتربة بمقياس رسم (١:٢٥٠,٠٠٠) تم إعدادها من قبل وزارة الزراعة والمياه، أطلس التربة، (١٩٨٦م) لإنتاج خريطة تفصيلية للتربة بمقياس رسم (١:١٠٠٠٠٠٠) للمنطقة الجبلية في عسير لمعرفة التوزيع المكاني للوحدات الخرائطية المختلفة للتربة في الأراضي الجبلية في عسير وعلاقاتها المتشابكة التي تلعب دوراً رئيساً في تنوع الغلاف النباتي ومدى كثافته، وبالتالي تحديد أنواع التربة في المناطق النباتية المناخية المميزة داخل منطقة عسير الجبلية. شكل (٧٦).

تصنيف التربة في المنطقة.

من واقع مراجعة وتحليل خريطة الأساس للتربة التي أعدت في هذه الدراسة فقد اتضح أن المجموعات الكبرى للتربة في منطقة عسير الجبلية طبقاً للنظام العام الأمريكي للتربة تنتمي إلى تربتين أساسيتين :

شكل (٧٦)

وحدات التربة الأساسية في منطقة عسير الجبلية.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على الوحدات الخرائطية، أطلس التربة (١٩٨٦م) لوحات أرقام (١٦٧/ ١٧٧/ ١٧٨/ ١٧٩/ ١٨٥/ ١٨٦/ ١٨٧/ ١٨٨/ ١٨٩/ ١٩٤/ ١٩٥/ ١٩٦/ ١٩٧/ ١٩٨/ ٢٠٢/ ٢٠٣/ ٢٠٤) مقياس ١:٢٥٠,٠٠٠، وزارة الزراعة والمياه

- **رتبة الترب الجافة (Aridisols Order).**

ويندرج تحتها المجموعات المميزة للتربة الكلسية الجافة (Calciorthids).

- **رتبة الترب حديثة التكوين (Entisols Order)** أو قد تسمى أحياناً الترب غير المتطورة.

ويندرج تحتها المجموعات المميزة للتربة : الحصوية الصحراوية حديثة التكوين (Torriorthents)، والرملية الصحراوية حديثة التكوين (Torripsaments)، والفيضية الصحراوية حديثة التكوين (Torrifluvents) والجفافية الحصوية حديثة التكوين (Xerorthents).

ولقد تم حصر هذه المجموعات وإعادة تصنيفها في المنطقة الجبلية بعسير لتضم (٨) وحدات تربة خرائطية على النحو التالي :

المجموعة الأولى : وحدات التربة لرتبة الترب الجافة وتضم:

١- وحدة مجموعة : التربة الكلسية الجافة.

٢- وحدة مجموعة : التربة الكلسية الجافة مع بروزات صخرية (Rock Outcorops).

المجموعة الثانية : وحدات التربة المشتركة لرتبتي الترب الجافة وحديثة التكوين وتضم :

٣- الوحدة المشتركة لمجموعة التربة الكلسية الجافة ومجموعة التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين.

٤- الوحدة المشتركة لمجموعة التربة الكلسية الجافة ومجموعة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.

المجموعة الثالثة: وحدات التربة للرتب حديثة التكوين وتضم :

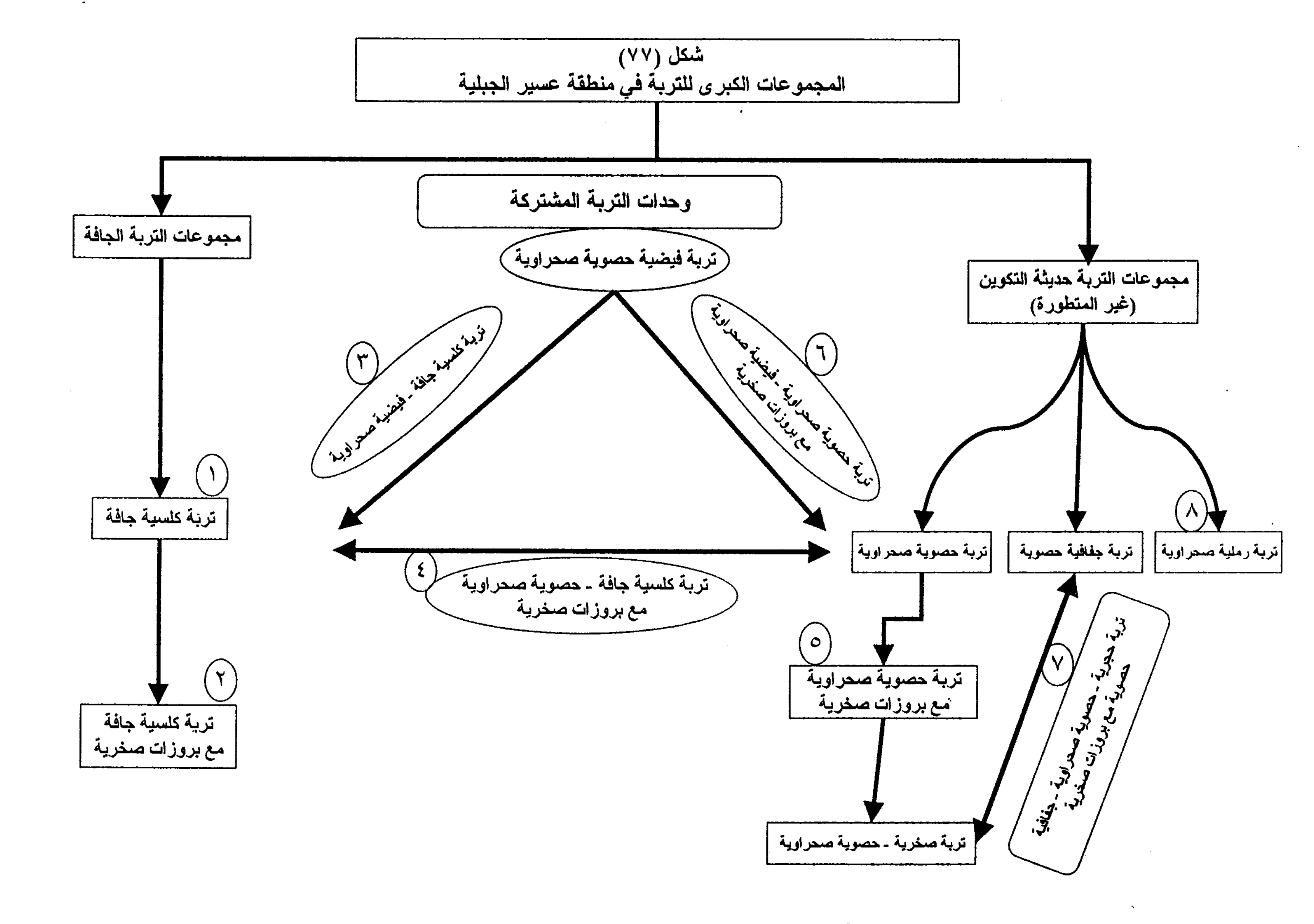
٥- وحدة مجموعة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.

٦- الوحدة المشتركة لمجموعة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين، والتربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.

٧- الوحدة المشتركة تحت مجموعة التربة الصخرية/الحصوية الصحراوية حديثة التكوين (Lithic-Torriorthents) ومجموعة التربة الجفافية الحصوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.

٨- وحدة مجموعة التربة الرملية الصحراوية حديثة التكوين.

ويوضح شكل (٧٧) تصنيف المجموعات الكبرى للتربة والعلاقات المشتركة بينها في المنطقة الجبلية بعسير.



المصـــدر من إعداد الباحثة اعتماداً على أطلس التربة (١٩٨٦م)، مقياس ١/٢٥٠,٠٠٠، وزارة الزراعة والمياه، قسم الهيدرولوجيا

الخواص الطبيعية والمميزات المائية لوحدات التربة.

لقد تم تحديد الخواص الطبيعية والخصائص المائية لوحدات التربة الثماني المميزة للمنطقة الجبلية بعسير طبقاً للقياسات المعملية والحقلية التي أجريت بمعرفة وزارة الزراعة والمياه، أطلس التربة (١٩٨٦م) وكذلك التوزيع الإقليمي للوحدات الخرائطية في المنطقة الجبلية بعسير حسب ما جاء في الخريطة التي أعدت في الدراسة على النحو التالي :

١- **وحدة التربة الكلسية الجافة (Calciorthids)**

تُعرف هذه الوحدة في حوض تصريف وادي تثليث وتغطي نحو (٤%) من إجمالي مساحة المنطقة. وتتواجد كوحدة تربة منفصلة ذات مساحات صغيرة غير منتظمة الشكل .. ولقد تكونت من رواسب قديمة تتكون أساساً من طبقة جيرية كلسية غير ملحية إلى متوسطة الملوحة، وغالباً ما توجد في سهول شبه مستوية ذات انحدار بسيط.. ويتخلل هذه الطبقة مجاري الوديان والروافد المتواجدة في شرق وشمال وادي تثليث.

تتميز هذه الوحدة من الناحية الهيدرولوجية بقدرتها العالية على حفظ الماء حيث تتراوح سعتها الميسرة من (١٥- ٢٢سم / ١٥٠ سم)، كما أن نفاذيتها متوسطة وفي حدود (١,٥ - ٥,١ سم/ساعة). ويزيد عمق مستوى الماء الأرضي أسفلها عن (١٥٠سم).

٢- **وحدة التربة الكلسية الجافة مع بروزات صخرية**

(Calciorthids - Rock Outcrops)

تتوزع هذه الوحدة في مساحات كبيرة حول مجاري روافد وديان حوضي وادي بيشة ووادي تثليث وتغطي نحو (٢٨%) من إجمالي مساحة منطقة عسير الجبلية، حيث تتداخل التربة الكلسية الجافة مع البروزات الصخرية الشديدة الانحدار. وتشكل نسبة التربة الكلسية الجافة نحو ثلثي حجم هذه الوحدة والباقي من البروزات الصخرية وأنواع ثانوية من التربة. وتتميز بكونها طبقة عميقة جيرية، غير ملحية وذات انحدار بسيط. كما تخترق هذه الوحدة ودياناً كثيرة متقطعة معظمها ضحل جداً يتم فيها تجمع الماء لمسافات قصيرة ثم تتلاشى. ومن أبرز خواصها المائية قدرتها العالية على حفظ الماء وأنها متوسطة النفاذية.

٣- **الوحدة المشتركة للتربة الكلسـية الجافـة والتربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين**

(Calciorthids - Torrifluvents)

تتشكل هذه الوحدة نتيجة التداخل بين التربة الكلسية الجافة بنسبة (٦٠%) مع التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين، وبعض الأنواع الثانوية الأخرى. وتغطي في المنطقة المجرى الأدنى لحوض تصريف وادي بيشة والمجرى الأوسط والأدنى لحوض تصريف

وادي تثليث شمال منطقة الدارسة، وتقدر مساحة هذه الوحدة بأقل من (٢%) من المساحة الإجمالية لمنطقة الدراسة. وانحدار هذه الوحدة خفيف ويتراوح بين (٠ - ٥%) وهي تتميز بقدرتها على حفظ الماء مع نفاذية متوسطة وارتفاع نسبي في سعتها الميسرة (١٠-٢٢سم/ ١٥٠سم)، كما أن تعرضها للغمر يكون نادراً ولفترات قصيرة جداً.

٤- **الوحدة المشتركة للتربة الكلسية الجافة والتربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية (Calciorthids-Torriorthents-Rock Outcorops)**

تتشكل هذه الوحدة من تداخل التربة الكلسية الجافة والتربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين واللتان تشكلان معاً (٦٥ %) من الوحدة. أما باقي الوحدة فهو بروزات صخرية مع أنواع ثانوية أخرى من التربة. وتتواجد هذه الوحدة في شكل أرض شبه مستوية وخفيفة الانحدار حول المجرى الأدنى والجزء الشرقي لحوض وادي تثليث، وبنسبة لا تتجاوز (٦ %) من إجمالي مساحة المنطقة. ومن أبرز خواصها المائية انخفاض قدرتها على حفظ الماء حيث تبلغ سعتها الميسرة أقل من (٦ سم / ١٥٠ سم) وهي ذات نفاذية متوسطة وغالباً ما يكون عمق الطبقة غير المنفذّة أسفلها في حدود (٢٥ - ٥٠ سم) وفي وقت يزيد فيه مستوى الماء الأرضي عن (١٥٠ سم).

٥- **وحـــدة التربـــة الحصـــوية الصـــحراوية حديثـــــة التكـــوين مع بـــروزات صـــخرية (Torriorthents-Rock Outcorops)**

تُشكل هذه الوحدة في مجملها جبال عسير المعروفة وهي تتكون من مساحات من البروزات الصخرية الحادة الانحدار فوق جبال وعرة بنسبة (٤٥%) أما التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين فهي توجد في مساحات صغيرة بالمنحدرات الخلفية وسفوح هذه البروزات الصخرية وتتمثل في طبقات حصوية طميية ضحلة إلى ضحلة جداً. وتغطي مساحة هذه الوحدة ما يزيد عن (٣٢%) من إجمالي المساحة الكلية للمنطقة الجبلية بعسير وتوجد في معظم أجزاء روافد حوضي وادي تثليث ووادي بيشة. وتتسم هذه الوحدة بنفاذيتها السريعة نسبياً (٥,١ - ١٥ سم /ساعة) وعدم قدرتها على حفظ المياه وانخفاض سعتها الميسرة (في حدود ٦ سم /١٥٠ سم).. ولا يزيد عمق الطبقة غير المنفذّة أســـفلها عـــن (٥٠ سم).

٦- الوحدة المشتركة للتربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين والتربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.

(Torriorthents- Rock Outcorops - Torrifluvents)

تتشكل هذه الوحدة نتيجة تداخل التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين بنسبة (٧٠%) في وجود مساحات من البروزات الصخرية. وتتواجد في جنوب ووسط المنطقة الجبلية بعسير في سفوح التلال ومجاري الوديان المتقطعة وفي مساحات كبيرة نسبياً تصل إلى نحو (١٦%) من إجمالي المساحة الكلية للمنطقة. ومن الناحية الهيدرولوجية فإن وحدة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين تمتاز، بصورة عامة، بنفاذيتها المتوسطة وقدرتها العالية على حفظ المياه، إلا أن تداخل التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين معها قد يزيد من سرعة نفاذيتها ويحد من قدرتها على حفظ المياه. مع الأخذ في الحسبان أن تعرضها للغمر يكون نادراً ولفترات قصيرة جداً.

٧- الوحدة المشتركة للتربة الحجرية/الحصوية الصحراوية حديثة التكوين والتربة الجفافية الحصوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.

(Lithic- Torriorthents- Xerorthents- Rock Outcorops)

تظهر هذه الوحدة في الأجزاء المرتفعة من المنطقة الجبلية بعسير كشريط متصل عرضه لا يتجاوز (٧ كم) يبدأ جنوباً من الحدود اليمنية - السعودية ويمتد شمالاً على الحافة العليا للجرف الجبلي حتى حدود إمارة الباحة، وتغطي هذه الوحدة نحو (٨%) من إجمالي مساحة المنطقة الجبلية بعسير. ولقد تكونت هذه الوحدة على جبال حادة الانحدار ومدرجات زراعية شبه مستوية يتخللها العديد من المجاري والوديان المتقطعة التي تبدأ داخلها وتخرج منها لتكوّن أحواض تصريف مائية عبر المنطقة. ومن أهم مكونات هذه الوحدة التربة الصخرية/الحصوية الصحراوية حديثة التكوين، وهــذه التربة غير منفذة للمياه وتشكل بمفردها (٧٠%) من إجمالي الوحدة مع تداخل من بروزات صخرية في حـــدود (١٥%). أما التربة الجفافية الحصوية حديثة التكوين فهي تمثل (١٥%) وتتواجد في مساحات صغيرة متناثرة بجوانب التلال حيث أنشئت مدرجات زراعية لجمع المياه السطحية المنحدرة من أعلى وذلك نظراً لقدرتها المرتفعة على حفظ المياه.

٨- وحدة التربة الرملية الصحراوية حديثة التكوين (Torripsaments)

تُعد هذه الوحدة من الوحدات المميزة لتربة الرتب الرملية الصحراوية حديثة التكوين وتتميز بحبيبات ضعيفة التدرج ومتجانسة الحجم. وتوجد في شرق وشمال المنطقة الجبلية

بعسير في مساحات فردية محدودة تشكل في مجملها مساحة لا تزيد عن (٤%) من المساحة الكلية للمنطقة. ومن أبرز الخواص المائية لهذه الوحدة نفاذيتها السريعة التي تزيد عن (١٥سم/ساعة) وتتميز بنظام رطوبة جاف يعكس انخفاض سعتها الميسرة وعدم قدرتها على حفظ المياه.

خامساً – أثر معدلات الإمداد والفقد المائي في رطوبة التربة.

رطوبة التربة في الدورة المائية الكاملة.

يلعب عنصرا هطول الأمطار والتبخر/النتح الدور الرئيس لشرح الدورة الهيدرولوجية وينظر إليهما باعتبارهما عنصري الإمداد والفقد المائي الرئيسين (recharge & disposal items) في معادلة التوازن المائي، Davis, wiest (1966) ومن ثم تحديد أسلوب التغذية للمياه المترسبة للتربة وباطن الأرض. ومن الناحية النظرية فإن العلاقة التبادلية بين معدلات هطول الأمطار والتبخر/النتح على مدار دورة مائية كاملة يكون لها تأثير كبير على رطوبة التربة (Thornwaite,Mathes, (1955 ويتم ذلك على ثلاث مراحل محددة :

المرحلة الأولى

مع بداية موسم الأمطار، تكون هناك زيادة في معدل هطول الأمطار مع الزمن بالنسبة للتبخر/النتح ويحدث نوع من الترسب (Infiltration) يؤدي إلى تشبع التربة بالرطوبة (Soil-moisture recharge) ومع استمرار موسم الأمطار وزيادة معدلات الهطول تترسب المياه الزائدة في باطن الأرض لتخزن كميات جوفية (Ground-water recharge).

المرحلة الثانية

في الفترة النهائية لموسم هطول الأمطار يكون معدل الهطول أقل من معدل التبخر/النتح وتتعرض التربة لنوع من الاستنزاف لرطوبتها أو ما يعبر عنه بـ(Soil-moisture depletion) وفي هذه الحالة لا يكون هناك أي ترسب للمياه إلى باطن الأرض.

المرحلة الثالثة

بانتهاء موسم الأمطار يكون التبخر/النتح هو عامل الفقد المؤثر في معادلة التوازن المائي، ويظهر أثر ذلك على التربة حيث تعاني من عجز تام في

الرطـــــــوبة (Soil-moisture deficiency). وتمتد هذه المرحلة حتى بدايـــة الدورة الجديدة لموسم الأمطار.

العلاقة بين معدلات الأمطار الفعلية والتبخر/النتح وأثرها على التربة.

بغرض دراسة هذه العلاقة فقد تم اختيار (١٥) محطـــة مناخية ومحطة قياس الأمطار منها (٩) محطات ممثلة لحوض تصريف وادي بيشة و(٦) محطات ممثلة لحوض تصريف وادي تثليث ولقد تم جمع بيانات معدلات هطول الأمطار من واقع القياسات الفعلية، أما قياسات التبخر/النتح المقدرة فقد تم استنتاجها من واقع نموذج المحاكاة الرياضي المستخدم في الفصل الثالث لتقدير التبخر/النتح بمحطات الدراسة، خلال فترتين زمنيتين، الفترة الزمنية الأولى تمتد لمدة (٢٨) عاماً متصلة ١٩٧٠-١٩٩٧م لثلاث محطات واقعة في حوض تصريف وادي بيشة (النماص وأبها وبيشة) ولمحطة واحدة واقعة في حوض تصريف وادي تثليث (تثليث)، أمـــا الفترة الزمنية الثانية فهي تمتد لمدة (١٦) عاماً متصلة ١٩٨٢-١٩٩٧م، لست محطات في حوض تصريف وادي بيشة (تمنية، وسر لعصان، وتبالة، وسبت العلايا، وصبح بللحمر، وأبو جنية) وخمس محطات في حوض تصريف وادي تثليث (سراة عبيدة، وظهران الجنوب، والحرجة، وصمخ، والجوف).

ومن واقع البيانات المسجلة جدول (٥٦) فقد تم حساب المحددات التالية :

* عدد سنوات حدوث التشبع لرطوبة التربة خلال فترة القياس لكل محطة.
* أقصى معدل مسجل لهطول الأمطار شهرياً خلال فترة القياس لكل محطة بالمليمتر.
* متوسط فترة حدوث التشبع الكلي خلال دورة مائية واحدة مقاسة بالشهر.
* أقصى فرق مقاس بين معدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح خلال فترة حدوث التشبع لرطوبة التربة مقاسة بالمليمتر شكل (٧٨).

ومن واقع تحليل النتائج المتحصل عليها في جدول (٥٦) يتضح إمكانية تحديد (٤) مناطق مميزة في ظروفها الهيدروبيدولوجية على النحو التالي :

<u>المنطقة الأولى</u> .

تضم الأراضي الواقعة في جبال السروات المرتفعة في الجزء الأوسط من حوض تصريف وادي بيشة ويمكن النظر إليها باعتبارها منطقة تشبع كامل لرطوبة التربة قد تتسرب فيها المياه الزائدة لتخزن كمياه جوفية متجددة وتتراوح فترة حدوث التشبع في هذه المنطقة من شهرين إلى أربعة أشهر خلال موسم هطول الأمطار، ولقد بلغ أقصـــى معـــدل مســـجل لهطـــول الأمطار الشهري خلال فترة القياس ما بين (٢٢٠) مم إلى (٢٩٠) مم وأدى ذلك إلى أن تتجاوز معدلات هطول الأمطار معـــدلات التبخر/النتح بما يتراوح بين (٦٠-١٨٠) مم وفي

هذه الحالة فإنه يتوقع أن تكون مرحلة اســتنزاف الرطوبة للتربة تعادل زمنياً فترة حدوث التشبع شكل (٧٩).

جدول (٥٦)

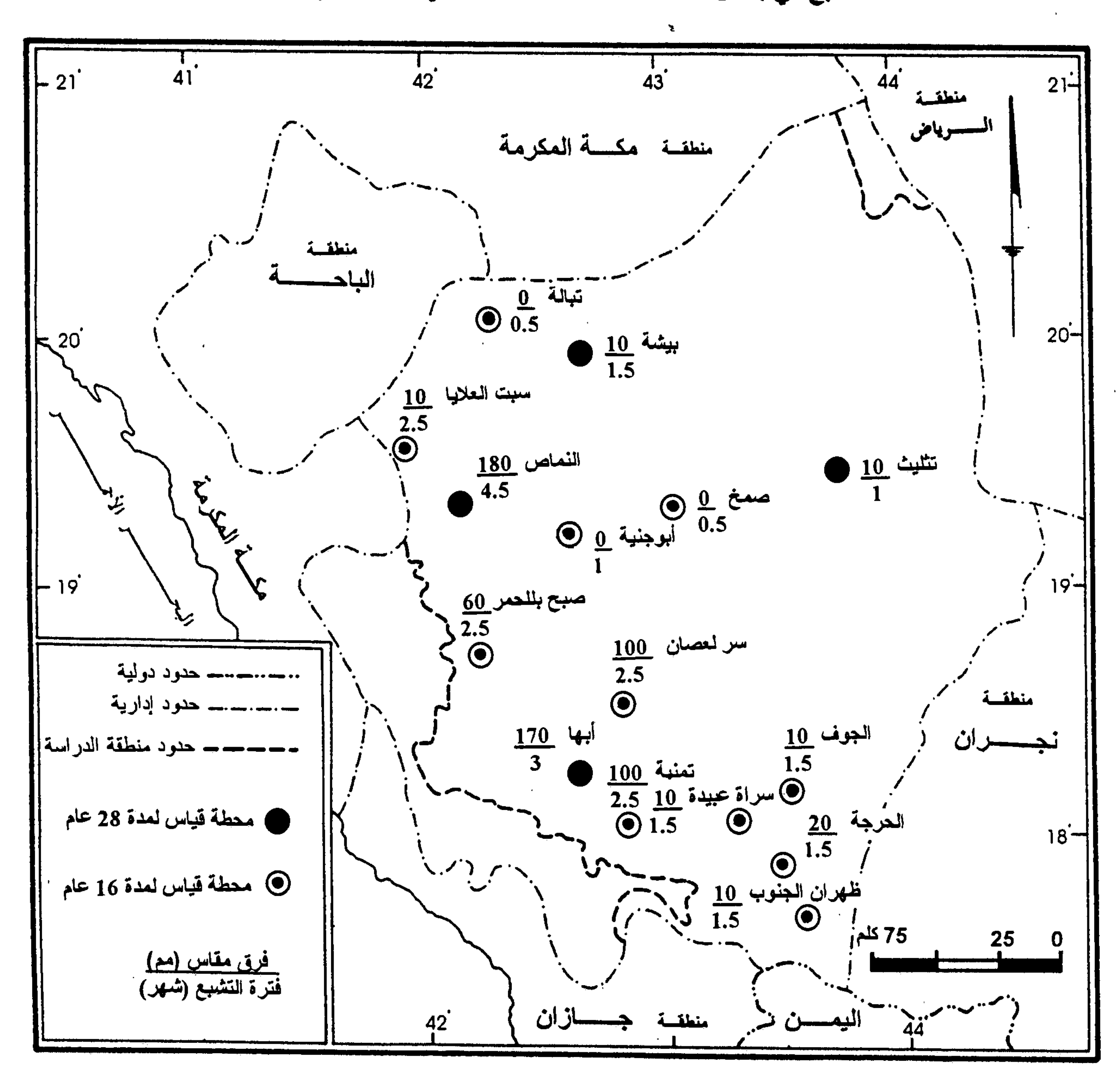
أقصى فرق مقاس بين معدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح

لبعض المحطات المختارة في المنطقة الجبلية بعسير.

حوض تصريف المياه	المحطة	عدد سنوات القياس	عدد سنوات حدوث التشبع	أقصى معدل مسجل لهطول الأمطار شهرياً (مم)	متوسط فترة حدوث التشبع خلال دورة مائية (بالشهر)	أقصى فرق مقاس بين معدل الهطول والتبخر/النتح (مم)
وادي بيشة	النماص	٢٨	١٥	٢٩٠	٤,٥	١٨٠
	أبها	٢٨	٩	٢٨٠	٣,٠	١٧٠
	سرلعصان	١٦	٤	٢٢٠	٢,٥	١٠٠
	بيشة	٢٨	٢	١٦٠	١,٥	١٠
	تمنية	١٦	٩	٢٥٠	٢,٥	١٠٠
	تباله	١٦	٠	١٢٠	٠,٥	٠
	سبت العلايا	١٦	٣	١٤٠	٢,٥	١٠
	صبح بللحمر	١٦	١٠	٢٤٠	٢,٥	٦٠
	أبو جنيه	١٦	٠	٦٠	١,٠	٠
وادي تثليث	تثليث	٢٨	٢	١٠٠	١,٠	١٠
	صمخ	١٦	٠	٥٤	٠,٥	٠
	الجوف	١٦	٢	١١٠	١,٠	١٠
	الحرجة	١٦	٤	١٦٠	١,٥	٢٠
	سراة عبيدة	١٦	١	١٥٠	١,٥	١٠
	ظ. الجنوب	١٦	٣	١٠٠	١,٥	١٠

الجــدول مــن إعداد الباحثة بالاعتماد على بيانات قياسات الأمطار الفعلية وبيانات قياسات التبخر/النتح من واقع نموذج المحاكاة الرياضي المستخدم في الدراسة.

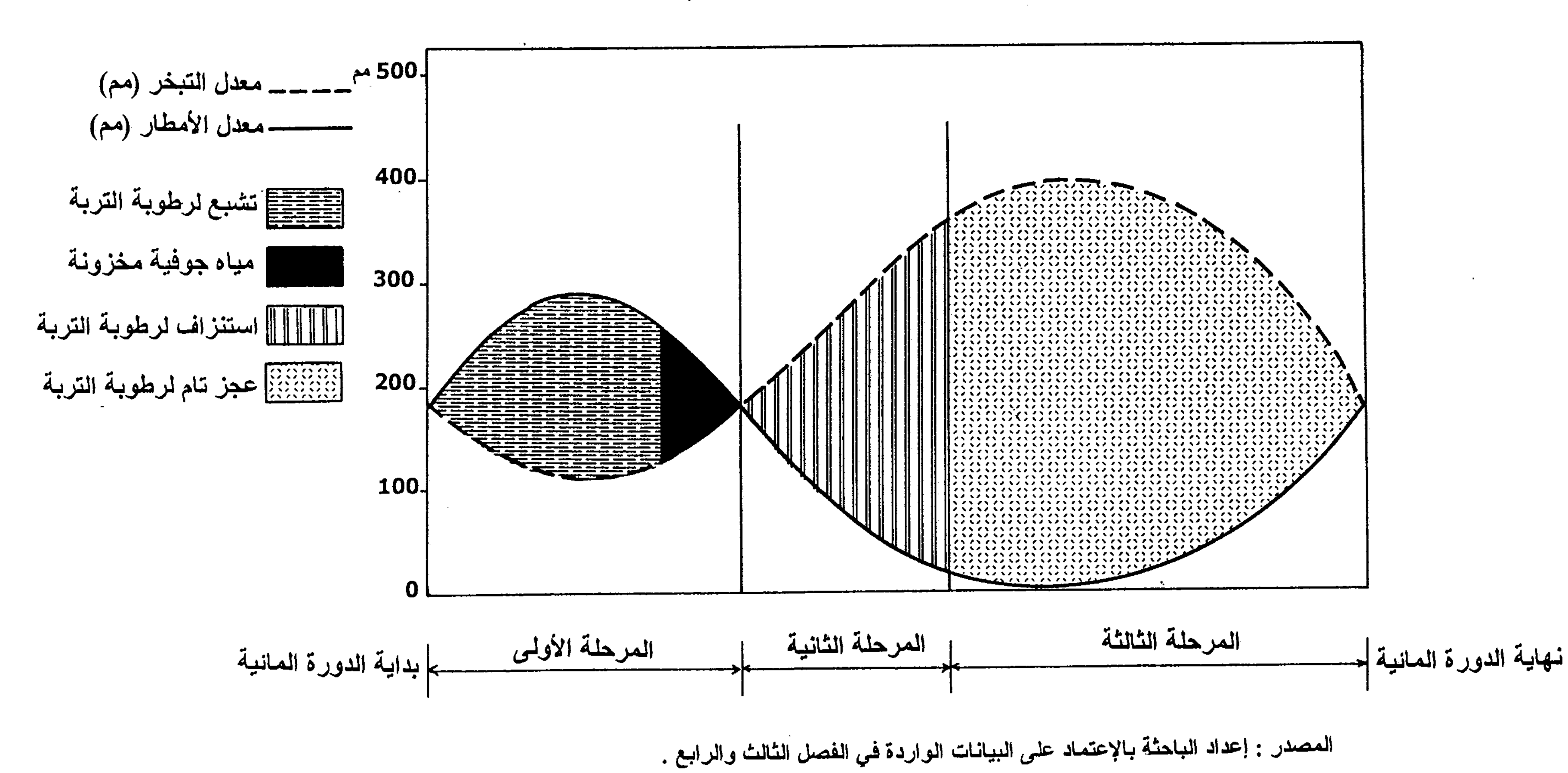
شكل (٧٨)
أقصى فرق مقاس بين معدلي هطول الأمطار الفعلية والتبخر/النتح لفترة حدوث التشبع في بعض المحطات المختارة بالأراضي الجبلية في عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات الأمطار الفعلية الشكل (٦٢) وبيانات التبخر / النتح من نموذج المحاكاة الرياضي المستخدم في الدراسة.

شكل (٧٩)

العلاقة بين معدلات الأمطار والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف وادي بيشة .



المصدر : إعداد الباحثة بالإعتماد على البيانات الواردة في الفصل الثالث والرابع .

المنطقة الثانية .

تمـــثل الأجزاء الباقية من حوض تصريف وادي بيشة (الشمالية والغربية) مناطق تشبع جـــزئي عالٍ لرطوبة التربة ولفترة محدودة قد تصل إلى ثلاثة أشهر خلال الدورة المائية السنوية ومع ذلك فإن حدوث تخزين للمياه الزائدة كمياه جوفية يكون احتمالاً ضعيفاً، خاصة وأن أقصى معـــدل مســـجل لهطول الأمطار شهريا لا يتجاوز (٢٤٠) مم وفي وقت لا يتجاوز الحد الأقصى لـــلفرق المقاس بين معدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح (٦٠) مم، كما يتوقع في هذه الحالة أن يحدث استنزاف متدرج لرطوبة التربة بانتهاء موسم الأمطار ولمدة لا تزيد عن شهرين تتعرض بعدها هذه المناطق لعجز تام لرطوبة التربة حتى انتهاء الدورة المائية شكل (٨٠).

المنطقة الثالثة.

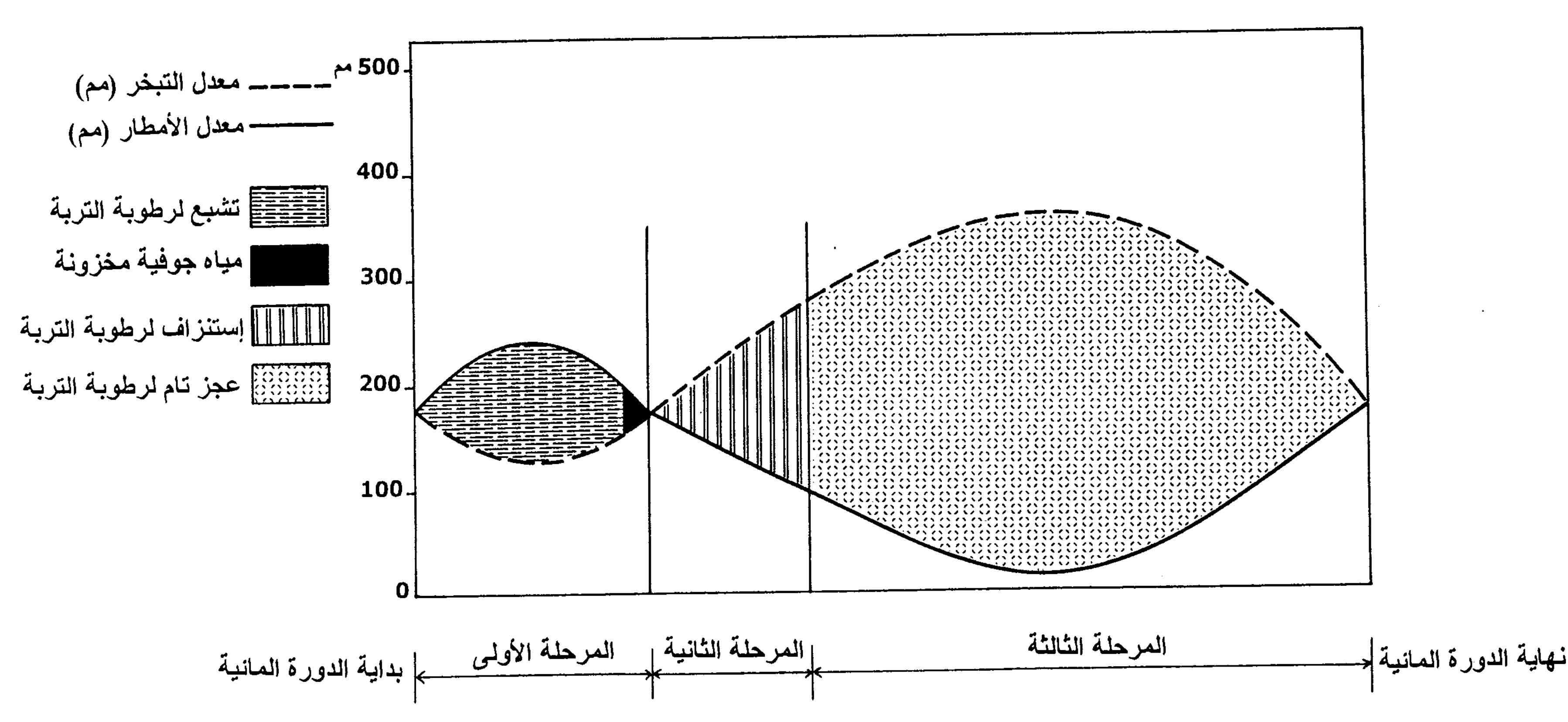
تعد الأجزاء الجنوبية والغربية من حوض تصريف وادي تثليث منطقة تشبع جزئي متوسط لرطوبة التربة، ولمدة قد لا تتجاوز شهرين في العام، ولا يتوقع حدوث تخزين للمياه الزائدة كمياه جوفية إلا في نقاط محددة جنوب الحوض حيث تتوفر تربة مسامية أسفل منطقة التشبع، وقد يصل أقصى معدل لهطول الأمطار شهرياً نحو (١٥٠) مم، وفي وقت يظل أقصى فرق مقاس لمعدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح (٢٠) مم وفي هذه الحالة فإن استنزاف رطوبة التربة متوقع في حدود شهر واحد بعد انتهاء موسم الأمطار تتعرض بعدها المنطقة إلى عجز تام لرطوبة التربة حتى انتهاء الدورة المائية شكل (٨١).

المنطقة الرابعة.

وتمثلها الأجزاء الشمالية والشرقية من حوض تصريف وادي تثليث وهي منطقة تشبع جزئي محدود لرطوبة التربة ولمدة قد لا تتجاوز شهراً في العام، ولا يتوقع حدوث تخزين للمياه الزائدة بها كمياه جوفية، وقد يصل أقصى معدل مسجل لهطول الأمطار شهرياً نحو (١٠٠) مم علماً بأن الفرق بين الحد الأقصى لمعدلي هطول الأمطار والتبخر/النتح لا يتجاوز (١٠) مم. وفي هذه الحالة فإن استنزاف رطوبة التربة متوقع في فترة زمنية محدودة لا تتجاوز شهراً واحداً بعد انتهاء موسم الأمطار، تتعرض بعدها منطقة حوض تصريف وادي تثليث لعجز تام في رطوبة التربة ولفترة طويلة حتى انتهاء الدورة المائية شكل (٨٢).

شكل (٨٠)

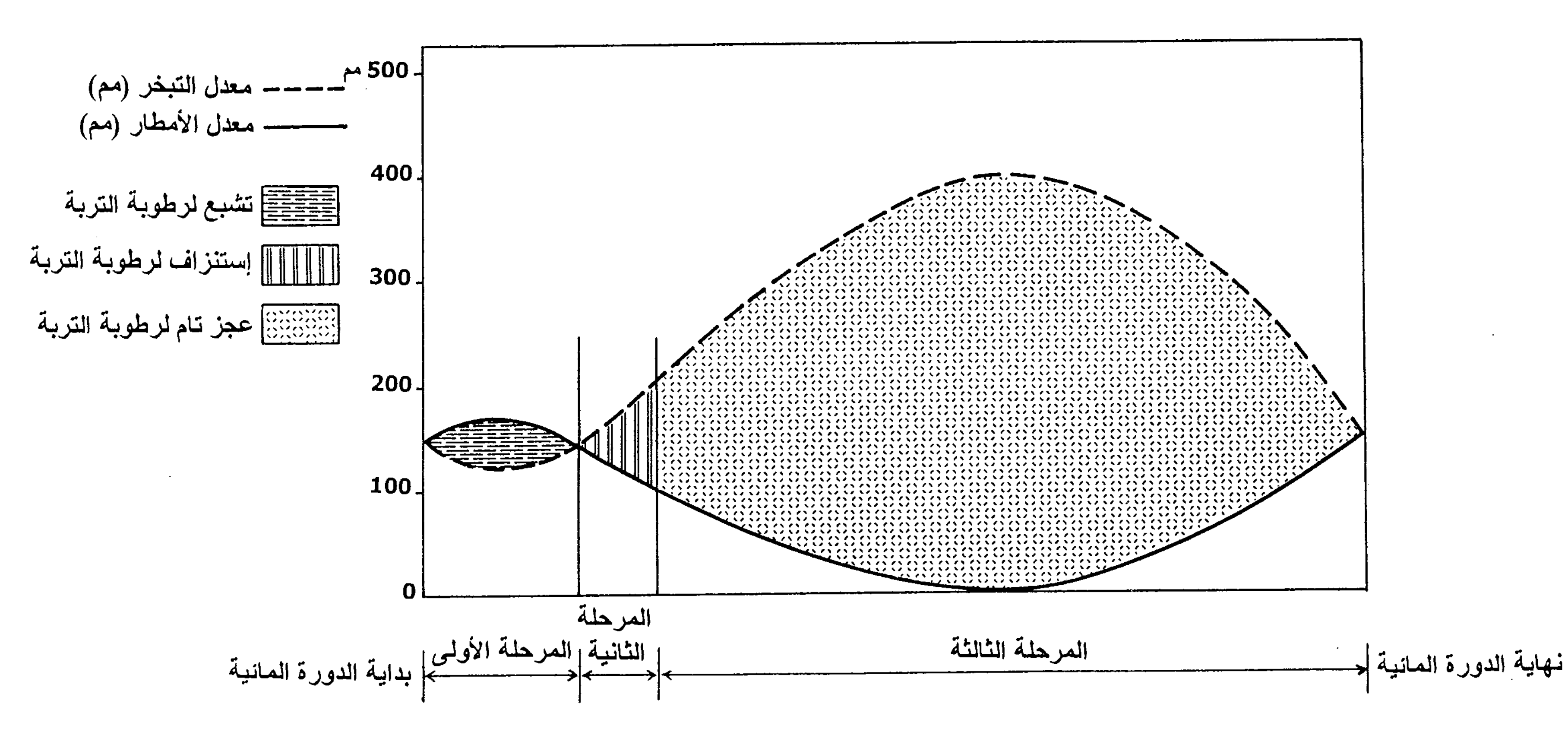
العلاقة بين معدلات الأمطار والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الشمالية والغربية من حوض تصريف وادي بيشة.



المصدر : إعداد الباحثة بالإعتماد على البيانات الواردة في الفصل الثالث والرابع .

شكل (٨١)

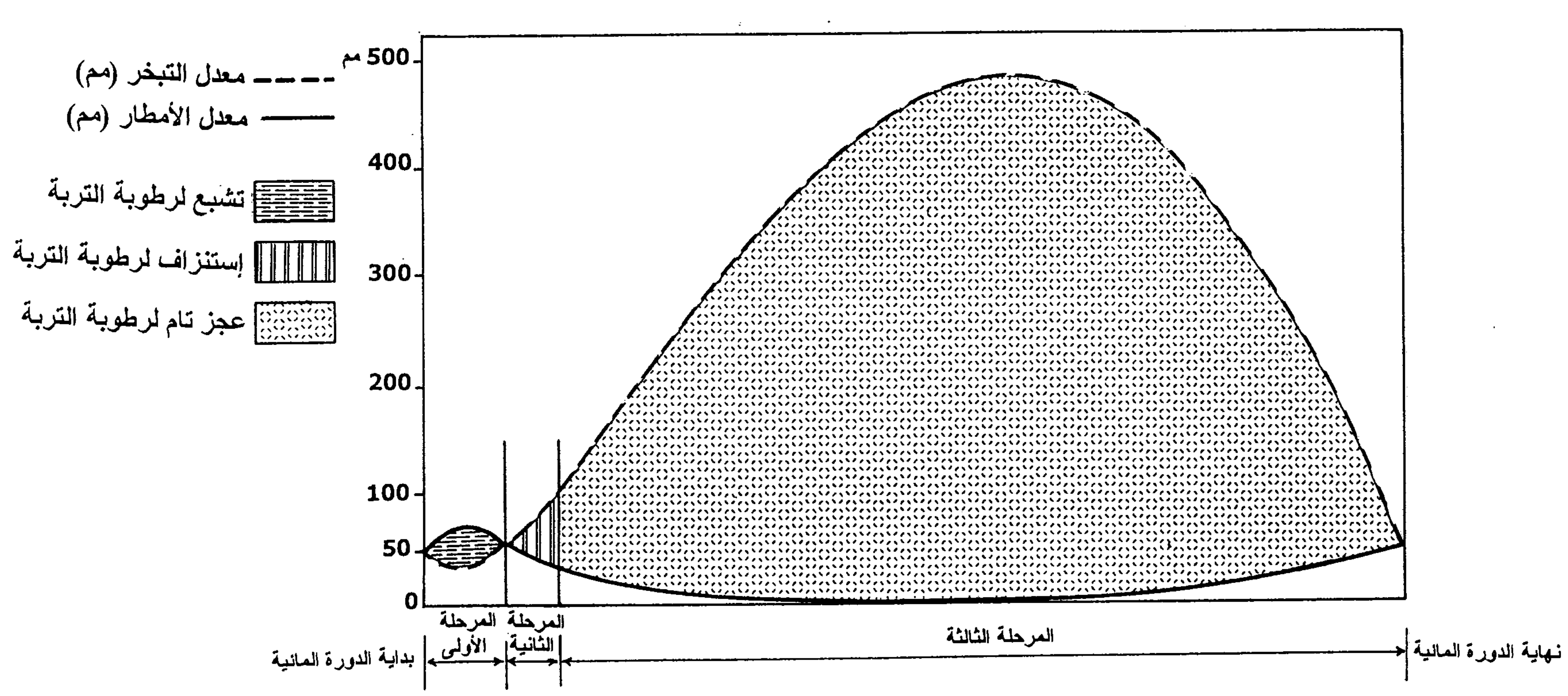
العلاقة بين معدلات الأمطار والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الغربية والجنوبية من حوض تصريف وادي بيشة .



المصدر : إعداد الباحثة بالإعتماد على البيانات الواردة في الفصل الثالث والرابع .

شكل (٨٢)

العلاقة بين معدلات الأمطار والتبخر/النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية والشمالية والجنوبية من حوض تصريف وادي تثليث .



المصدر : إعداد الباحثة بالإعتماد على البيانات الواردة في الفصل الثالث والرابع .

الفصل السادس
الغطاء النباتي الطبيعي وخصائص المناطق النباتية المناخية في الأراضي الجبلية بعسير

تـــتميز منطقة عسير عن باقي مناطق المملكة في الجزيرة العربية من حيث تنوع البيئة الطبيعية والخصائص التضاريسية والمناخية، فقد ساعدت العوامل الجغرافية الطبيعية السائدة في هــــذه المنطقة الجبلية على نمو وانتشار غطاء نباتي طبيعي تتزايد كثافته على قمم الجبال وفي بطون الأودية.

ويــنظر إلى هــذا الغطـــاء النباتي الطبيعي باعتباره ثروة طبيعية متجددة توفر الحماية والوقايـــة للمــنطقة الجبلية في عسير، ويعمل _ للمحافظة على أراضيها_ كمصدات تحول دون إنجـــراف التربة، ويساعد أيضاً على تنظيم وتوزيع جريان المياه، وبالتالي يزيد من مخزون مياه التربة ويحافظ على رطوبتها.

ولقــد أدى كــبر مســاحة منطقة عسير الجبلية بما يعادل (٧٠,٠٠٠) كم^2 وتباين أشكال وارتفـــاع التضاريس الجبلية لما يزيد عن (٨٠٠) م فوق مستوى سطح البحر إلى تباين الظروف المـــناخية والتوزيع المكاني للموارد المائية السطحية وتنوع التربة، ومن ثم تباين التوزيع المكاني لكثافة وأنواع النباتات الطبيعية التي تنمو في المنطقة.

وتمـــت في هذا الفصل دراسة أنواع الغطاء النباتي الطبيعي في الأراضي الجبلية بمنطقة عســـير، ومعرفة أنواع النباتات التي تنتمي إلى الفصائل النباتية في المنطقة واستقصاء العلاقات المـــترابطة بيـــنها في ظل التنوع الحاصل للظروف المكانية والعناصر المناخية والهيدرولوجية والـــبيدولوجية المؤثرة، وذلك للتوصل إلى تحديد واضح لمناطق ذات خصائص نباتية مناخية في الأراضي الجبلية بعسير.

أولاً - الغطاء النباتي الطبيعي.

يندرج الغطاء النباتي الطبيعي بالمنطقة، بصورة عامة تحت مجموعات النباتات شبه الصحراوية (Semi-desert vegetation) التي تمثل خليطاً من الحشائش (الأعشاب) والشجيرات والأشجار المتناثرة التي تتداخل مع أنماط مميزة من الغابات دائمة الخضرة Evergreen Coniferous Forests وزارة الزراعة (١٤٢٢هــ). وقد بدأت الدراسة الجادة للغطاء النباتي الطبيعي بالمملكة من قبل قسم النبات بكلية العلـــوم جامعـــة الملك ســـعود في بداية الســـبعينيات من القـــرن العشـــرين، وتـــم تقســـيم المملكة إلى (٩) مناطق جغرافية/نباتية

(Phytogeographic regions) لكل منطقة خواصـــها النباتيـــة المميزة، ومن ثم عمل تصنيف لهذه النباتات الطبيعية إلى أصـــــناف (Classes) وتحـــت أصـــناف (Sub-Classes) ورتب (Orders) يندرج تحتها فصائل/عـــــائلات (Families) بحيث تتوافق مع التصنيفات المتعارف عليها علمياً. ولقد استكملت هذه الدراسات فيما بعد من قبل الجهات الحكومية، خاصة الرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة ووزارة الزراعة والمياه، وصدر العديد من التقارير والنشرات لشرح هذه التصنيفات النباتية في كافة أنحاء المملكة.

وبغرض دراسة وتوضيح ماهية الغطاء النباتي الطبيعي في الأراضي الجبلية في منطقة عسير، وتعريب المسميات اللاتينية للأنواع النباتية السائدة في منطقة عسير الجبلية فقد تم الاستعانة بالمراجع التالية :

- Migahid, (1978) , Sheila Collenette, (1985) , Miller & Cope, (1996), Vesey-Fitzgerald, (1999), Choudary, (1999-2000).
- العودات، وآخرون، (١٩٨٩م)، النافع، (١٩٩٨-٢٠٠٠م).

ومن واقع مراجعة ودراسة هذه المراجع أمكن استنتاج التالي :

- تندرج النباتات الطبيعية في المنطقة الجبلية بعسير تحت قسمين أساسيين جدول (٥٧).

  أولاً : قسم النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية) (Pteridophyta Division).

  ثانياً : قسم النباتات البذرية (حاملات البذور) (Spermatophyta Division).

وطبقاً للتقسيمات العلمية المتعارف عليها دولياً للنباتات الطبيعية فإن لكل قسم أصنافاً نباتية (Class) أو تحت أصناف (Sub-Class) يندرج تحتها رتب (Order) وتشكل كل رتبة مجموعة من الفصائل/العائلات النباتية المعروفة (Family)، شكل (٨٣).

النباتات اللازهرية الوعائية.

- تعرَف النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية) *Pteridophyta* بأنها نباتات ليس لها أزهار أو بذور وتتميز ببساطة تركيبها، والجسم النباتي لهذه النوعية من النباتات أنسجة توصيلية متمايز إلى ساق وجذور وأوراق ولها أنسجة وعائية متطورة، ويوجـد طـوران في دورة حياتهـــا، طور بوغي سائد (Sporophyte) وطور مشيجي ضـــامر (Gametophyte)، ويتم التكاثر بواسطة الأبواغ وهو شكل مطور من الخلية التكاثرية يتم فيها تراكيب متناهية الصغر تسمى الأبواغ على أوراق النبات من خلال تكاثر لا جنسي نتيجة انقسام اختزالي، ثم تنمو البوغة حال توفر المياه إلى نبات صغير يعرف بالطور المشيجي الذي يعطي بدوره خلايا جنسـية مذكـرة ومؤنثـة تنمـو وتُكون طوراً بوغياً آخر. مجاهد، آخرون، (١٩٩٢م).

الجدول (٥٧)

أنواع النباتات في المنطقة الجبلية بعسير.

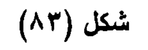
فصيلة/عائلة Family	رتبة Order	تحت صنف Sub-class	الصنف Class	القسم Division
ذيل الحصان Equisetaceae	ذيل الحصانيات Equistales	–	ذيل الحصانيات Equisetneae	النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية). Pteridophyta
الأسبلينوم Aspelenium	السراخس Filicales	–	السرخسيات Filicanes	
اللافورية Ephedaraceae	اللافوريات Gynerales	–	عاريات البذور Gymno-sperma	النباتات البذرية (حاملات البذور) Spermatophyta
القمعية Cupressaceae	المخروطيات Coniferoles			
الزنبقية Liliaceae	الزنبقيات Liliflora	احادية الفلقة Monocotyledones	كاسيات البذور Angiosperma	
السوسنية Iridaceae				
النرجيسية Amaryllidaceae				
السحلبية Orchidaceae	البذريات الدقيقة Microspermae			
النجيلية Gramineae	النجيليات Graminales			
النخيلية Palmae	الرئيسيات Principes			
الصنوبر Cyperaceae	الصنوبريات Cyperles			
القرعية Cucurbitaceae	القرعيات Cucurbitales	ثنائية الفلقة Dicotyledones		
السرمقية Chenopodiaceae	مركزية البذور Centrosperma			
الكاريوفايلاسيا Caryophyllaceae				
الغطائية Capparaceae	الخشخاشية Papaverales			
البلسمية Burseraceae	الشذابيات Rutales			
الشذابية Rataceae				
الفربيونية Euphorbiaceae	الابريات Gerniales			

(تابع الجدول (٥٧)

أنواع النباتات في المنطقة الجبلية بعسير.

فصيلة/عائلة Family	رتبة Order	تحت صنف Sub-class	الصنف Class	القسم Division
الأكانثية Acanthaceae	الأنبوبيات Tubiflorae	ثنائية الفلقة Dicotyledones	كاسيات البذور Angiosperma	النباتات البذرية (حاملات البذور) Spermatophyta
الهالوكية Orobanchaceae				
البقولية Leguminosae	الورديات Rosales			
الوردية Rosaceae				
الحنائية Lythraceae	العطريات Myrtiflorae			
الحُمرية Onagraceae				
السدرية Rhamnaceae	النبقيات Rhamanales			
الحمطية Moraceae	الحمطيات Urticles			
المركبة Compositae	الجريسيات Compunulales			
الجريسيات Campanulaceae				
الزيتونية Oleaceae	الزيتونيات Oleales			
الخيمية Umbelliferae	الخيميات Umbellales			
الأثلية Tamaricaceae	البنفسجيات Violales			

الجدول إعداد الباحثة اعتماداً على المراجع النباتية.



شكل (٨٣)

تصنيف النباتات الطبيعية في المنطقة الجبلية بعسير

النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية)

نبات ذيل الحصانيات

نبات السرخسيات

النباتات البذرية (حاملات البذور)

نباتات عاريات البذور

نباتات كاسيات البذور

نباتات آحادية الفلقة

نباتات ثنائية الفلقة

المصدر من إعداد الباحثة، اعتماداً على أطلس الرسوم النباتية (١٩٨٩م)، العودات محمد عبدو، باصهي عبدالله يحيى، ط٢، جامعة الملك سعود.

ويضـــم هـــذا القســـم صنفين نبـــاتيـــين هـــما ذيـــل الحصـــانيـــات *Equisetneae* والسرخسيات *Filicanes* شكل (٨٤).

ومن أهم النباتات المعروفة في هذا القسم بالمنطقة الجبلية بعسير:

* **نباتات فصيلة / عائلة ذيل الحصان (ذنب الخيل) (*Equisetaceae Family*)**

تتميز هذه النباتات بكونها عشبية لها جذور وساق قصيرة مفصلية يمثلها نوع ذيل الحصان المتشعب *Equisetum ramosissimum*، وتتواجد في المستنقعات أو الأماكن الرطبة القريبة من تنومة والنماص وأبها.

* **نباتات فصيلة / عائلة الاسبلنيوم (*Aspelenium Family*)**

هي نباتات عشبية تنمو في المناطق الصحراوية المظللة الرطبة بين الجروف والصدوع فـــي المناطـــق الجبلية المرتفعـــة. ومن أنواعهـــا المعـــروفة الاســـبلنيوم الشـــــعري *Aspelenium trichomanes*.

ومـــن الأهميـــة الإشـــارة إلى وجود نوع من الأشنان الثمرية *Usnea articulate* في المـــرتفعات الجبـــلية في حـــــوض وادي بيشـــــة وتنـــــدرج تحت نوع من النباتات اللازهـــــــرية الثالوســـــية *Cryptogames/Thallophyta* ناتـــــج من تعايـــــش الفطـــريـــات والطحـــالـــــب *Fungis & Algaes*. وهـــي توطـــد نفسها على شكل مستعمرات نباتية رائدة في أماكن المعيشة غير القابلة لنمو النباتات الأخرى، وهي كثيرة الـــتفريع ويـــنمو بعـــض منها على نباتات العرعر، ولها قدرة على استخلاص الرطوبة اللازمة للنمو من الجو المحيط بها. العودات، وآخرون، (١٩٨٩م).

النباتات البذرية (حاملات البذور).

- يضم قسم النباتات الزهرية البذرية (حاملات البذور) صنفين أساسيين هما :

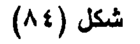
أ - **النباتات عاريات البذور (*Gymnosperms Class*)**

هي نباتات راقية توجد أعضاؤها التكاثرية في داخل الأزهار التي تعطي البذور والثمار، وتتميز هذه المجموعة ببقاء الكرابل (Carpels) منبسطة بحيث تكون البويضة معرضة للوسط الخارجي.

وتتمثل النباتات البذرية عاريات البذور في المنطقة الجبلية بعسير بنوعين فقط هما : شكل (٨٥).

* **نباتات فصيلة / عائلة اللافورية (*Ephedaraceae Family*)**

تظهـــر عـــلى هيـــئة شـــجيرة متعددة الفروع كثيفة ومنتصبة، وهي نبات وحيدة الجنس Unisexual تـــتواجد دون أوراق أو قليـــلة الأوراق حتى يتم حمل البذور خارجياً على الحراشـــيف أو الأوراق، مثل نبات علنده *Ephedra sp.* .. وتوجد بالقرب من مساقط المياه أو على قمم التلال الصخرية.



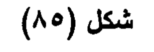
شكل (٨٤)

أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية) في المنطقة الجبلية بعسير

النباتات اللازهرية الوعائية (التريدية)

- صنف نيل الحصانيات
  - رتبة : ذيل الحصانيات
    - فصيلة/عائلة ذيل الحصان (ذنب الخيل)
- صنف السرخسيات
  - رتبة السراخس
    - فصيلة/عائلة الاسبلينوم

المصدر من إعداد الباحثة، اعتمادا على أطلس الرسوم النباتية (١٩٨٩م)، العودات محمد عبدو، باصهي عبدالله يحيى، ط٢، جامعة الملك سعود.



شكل (٨٥)

أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات عاريات البذور المميزة في المنطقة الجبلية بعسير

قســـم النباتات البذرية

صنف النباتات عاريات البذور

رتبة اللافوريات

الفصيلة/العائلة اللافورية

رتبة المخروطيات

الفصيلة/العائلة السروية (القمعية)

المصدر من إعداد الباحثة، اعتماداً على أطلس الرسوم النباتية (١٩٨٩م)، العودات محمد عبدو، باصهي عبدالله يحيى، ط٢، جامعة الملك سعود.

* **نباتات عائلة/فصيلة السروية (القُمعية) (*Cupressaceae Family*)**

تظهر على هيئة شجيرة/شجرة العرعر المعروفة *Juniperus procera* ولها انتشار واسع في المنطقة الجبلية بعسير، وقد يصل ارتفاع هذه الشجرة نحو (٤) أمتار ولها ثمرة ذات رائحة عطرية وأزهار بيضاء. وتوجد على قمم الجبال التي تزيد عن (٢٠٠٠) متر فوق مستوى سطح البحر حيث تمتص الرطوبة الموجودة في السحب والهواء البارد.

ب- **النباتات كاسيات البذور (*Angiosperms Class*).**

هي نباتات راقية توجد أعضاؤها التكاثرية في داخل الأزهار لتعطي البذور والثمار، وتتميز هذه النباتات بإحاطة الكرابل بالبويضات إحاطة تامة.

وتقسم النباتات الزهرية البذرية كاسيات البذور بدورها إلى :

* نباتات آحادية الفلقة (**Monocotyledones Sub-class**).
* نباتات ثنائية الفلقة (ذات الفلقتين) **Dicotyledones Sub-class**

- **وتمثل النباتات البذرية كاسيات البـذور آحادية الفلقـة (Monocotyledones) في المنطقة الجبلية بعسـير (٧) فصائل/عائلات. شكل (٨٦) وهي :**

* **نباتات عائلة / فصيلة الزنبقية (*Liliaceae Family*)**

هي نبات عشبي له انتشار واسع في منطقة عسير، ومنها عدة أنواع معمرة كالصبار (حسار) *Aloe rubravialacea* ويوصف هذا العشب بأنه نبات ذو ساق مزهرة ارتفاعـه نحـو ٤٥سـم وله فوائـد طبيـة. ومنهـا أيضاً البصـل البـري (الكراث) *Allium pseudcalyptratum* والعنصل (البريط) *Dipcadi viride* والأخريس الأفريقي *Asparagus africanus*. وتوجد نباتات هذه العائلة متسلقة بين نباتات العرعر في حواف المجاري المائية أو على الهضاب الصخرية في المناطق الجبلية غرب المنطقة الجبلية بعسير.

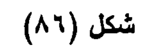
* **نباتات عائلة / فصيلة السوسنية (*Iridaceae Family*).**

تظهر كجذر بصلي الشكل له أوراق هزيلة لا يزيد ارتفاعه عن ٧٥ سم، وتوجد في صخور الجبال المرتفعة في منطقة العرعر وهي من أزهار الزينة مثل الأريس (السوسن) *Iris albicans* والجليديوس *Gladialus delenii*.

* **نباتات عائلة / فصيلة النرجيسية (*Amaryllidaceae Family*).**

تظهر على هيئة أعشاب بصيلية ذات أوراق مكتظة، ولها رائحة عطرية تستخدم كنبات زينة، وتتواجد مع العرعر خاصة في المناطق الجبلية المرتفعة أو على جوانب التـلال الصخرية القريبة من مصادر المياه وهي من النباتات السائدة في المنطقة الجبلية بعسير.

ومن أهم أنواعها المعروفة السرف *Crinum* وبصل الربحة *Pancratium album*.



شكل (٨٦)

أصناف ورتب وفصائل/عائلات النباتات كاسيات البذور في المنطقة الجبلية بعسير

قسم النباتات البذرية

صنف النباتات كاسيات البذور

تحت صنف النباتات آحادية الفلقة

رتبة الزنبقيـــــات
- الفصيلة الزنبقية
- الفصيلة السوسنية
- الفصيلة النرجيسية

رتبة البذريات الدقيقة
- الفصيلة السحلبية (الأوركيدا)

رتبة النجيليات
- الفصيلة النجيلية

رتبة الرئيسيات
- الفصيلة النخيلية

رتبة الصنوبريات
- الفصيلة الصنوبرية (السرو)

المصدر من إعداد الباحثة، اعتماداً على أطلس الرسوم النباتية (١٩٨٩م)، العودات محمد عبدو، باصهي عبدالله يحيى، ط٢، جامعة الملك سعود.

* **نباتات عائلة / فصيلة السحلبية (*Orchidaceae Family*).**

هي نباتات عطرية لها انتشار عالمي واسع، ومع ذلك فلا يوجد سوى (٣) أنواع في المملكة بمنطقة عسير تحديداً، وأشهرها موز الربحة *Eulophia petersii* وتتميز بكونها نباتات عشبية رفيعة لها أنسجة جذرية مثبتة في التربة، حيث تسمح بامتصاص الرطوبة من التربة أو من الجو الرطب المحيط بها، ولا يزيد ارتفاعها عن (١٥سم)، توجد بالمناطق الجبلية المرتفعة في حوض تصريف وادي بيشة الأوسط.

* **نباتات عائلة / فصيلة النجيلية (*Gramineae Family*).**

هي نبات عشبي معترش واسع الانتشار ذو ساق منتصب ومفرغ .. ولهذه النباتات أهمية اقتصادية خاصة فيما يتعلق بالرعي وحماية التربة، وتتواجد إما نبات بري مثل الصماء الغليظ ذي السنبلة العنقودية المفتوحة *Aristida adscensionis var. typica* أو الشوفان البري *Avena sterilis* والثميد *Thameda triandra* وزرباه الجبل المعروف في المنحدرات الجافة *Stipagrostis hirtigluma* أو نبات مزروع مثل الشوفان المنزرع *Avena sativa* والدخن *Sorghum* وهو معروف في كل مساحة المنطقة حيث ينمو في البيئة الرطبة والجافة معاً.

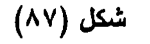
* **نباتات عائلة / فصيلة النخيلية (*Palmae Family*).**

يوجد في المنطقة نوعان معروفان هما نخيل البلح *Phoenix dactylifera* والنخيل البري *Phoenix caespitosa*، حيث يتواجد النوع الأول في المناطق المنخفضة شمال المنطقة لما له من قدرة على مد جذوره للأعماق تحت سطح الأرض، كما ينمو النوع الثاني في تجمعات (Colonies) في مسيلات الأودية الضيقة وفي جوانب التلال الصخرية المنحدرة غرب المنطقة الجبلية بعسير.

* **نباتات عائلة / فصيلة الصنوبرية (السرو) (*Cyperaceae Family*).**

هي أعشاب تشبه الحشائش الكثيفة ولها انتشار واسع في منطقة عسير الجبلية تمثل العديد من الأنواع مثل الكاركس *Carex sp.* التي تتواجد في الرمال الرطبة وسفوح الجروف الصخرية والأودية في المناطق الجبلية المرتفعة غرب المنطقة الجبلية بعسير، ونبات العندب (تندب) *Cyperus sp.* الذي يوجد في الأراضي الصخرية وعلى الكثبان الرملية شرق المنطقة الجبلية بعسير.

- **وتمثل النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة Dicotyledones،** في المنطقة الجبلية بعسير (٢٠) عائلة/ فصيلة نباتية. شكل (٨٧)، وفيما يلي أهم مميزات نباتات هذه العائلات/الفصائل النباتية :



شكل (٨٧)

أصناف ورتب وفصائل النباتات كاسيات البذور ثنائية الفلقة في المنطقة الجبلية بعسير

- قسم النباتات البذرية
  - صنف النباتات كاسيات البذور
    - تحت صنف النباتات ثنائية الفلقة
      - رتبة القرعيات
        - الفصيلة القرعية (اليقطينية)
      - رتبة مركزية البذور
        - الفصيلة السرمقية
        - فصيلة الكاريوفايلاسيا (القرنفلية)
      - الرتبة الخشخاشية
        - الفصيلة الغطائية (الطلحية)
      - رتبة الروتاليات
        - الفصيلة البلسمية
        - الفصيلة الشذابية
      - رتبة الإبريـــات
        - الفصيلة الفربيونية
        - الفصيلة الاكانثية (الشائكة)
      - رتبة الأنبوبيـــات
        - الفصيلة الهالوكية
      - رتبة الورديات
        - الفصيلة البقولية (القرنية)
        - فصيلة الورديات
      - رتبة العطريات
        - الفصيلة الحنائية
        - الفصيلة الحمرية
      - رتبة النبقيات
        - الفصيلة السدرية (النبقية)
      - رتبة الحمطيات
        - الفصيلة الحمطية (التوتية)
      - رتبة الجريسيات
        - الفصيلة المركية
        - فصيلة (الجريسيات)
      - رتبة الزيتونيات
        - فصيلة الزيتون البري (العتم)
      - رتبة الخيميات
        - الفصيلة الخيمية
      - رتبة البنفسجيات
        - الفصيلة الطرفوية (الأثلية)

المصدر من إعداد الباحثة، اعتماداً على أطلس الرسوم النباتية (١٩٨٩م)، العودات محمد عبدو، باصهي عبدالله يحيى، ط٢، جامعة الملك سعود.

* **نباتات عائلة / فصيلة القرعية (اليقطينية) (*Cucurbitaceae Family*).**

توجد أنواع برية منها في كامل المنطقة وتنمو أسفل الأودية الضيقة الصخرية أو على المنحدرات، مثل القرع البري *Cucumis figarei* ونبات الزهـنيرية المتسلق *Zehneria scabra*، وتتميز بكونها نباتات عشبية متسلقة لها أوراق متشابكة ومنبطحة تشكل كرمة (نبات معترش).

* **نباتات عائلة / فصيلة السرمقية (*Chenopodiaceae Family*).**

توجد على شكل عشب قصير في المناطق الرطبة وفي المناطق الجبلية المرتفعة، وتتمثل بنوعين مميزين في المنطقة الجبلية بعسير، ويُعد أحدهما نبات مرعى مهماً للمنطقة مثل الزربيح الكثيف *Chenopodium ambrosiodes* والسلق البري *Beta vulgaris*. أما النوع الآخر فيمثله نبات عراد العشبي العطري *Salsola spinescens*، الذي ينمو في التربة المالحة بالمنحدرات الشرقية لحوض تصريف وادي بيشة.

* **نباتات عائلة / فصيلة الكاريوفايلاسيا (القرنفلية) (*Caryophyllaceae Family*).**

هي نباتات عشبية قصيرة وواسعة الانتشار في المنطقة الجبلية بعسير، ولها أزهار جميلة وتوجد في صدوع الشقوق والجروف الصخرية قرب الأودية، وربما مختلطة مع نبات العرعر، ومناطق المراعي ذات التربة الرملية الجافة أو الرطبة. ومن الأنواع المعروفة في منطقة جبال عسير نبات النضيبية *Dianthus deserti* ونبات حرييشه *Minuartia* والقرحان *Silena*.

* **نباتات عائلة / فصيلة (الطلحية) (*Capparaceae Family*).**

توجد على شكل أعشاب وشجيرات لها أوراق شوكية في المناطق المرتفعة ووسط المنطقة الجبلية بعسير، على مجاري المياه أو حواف المدرجات وهي نباتات لها منافع طبية. ولكنها تسبب الحسـاسية للماشـية. ومن أنواعـها المعـروفة نبـات عمـاس *Boscia angustifolia* وضجاج *Capparis tomentosa* وعلقاً المثبت للرمال *Dipterygium glaucum*.

* **نباتات عائلة / فصيلة البلسمية (*Burseraceae Family*).**

هي شجيرات توجد في المنحدرات الصخرية متداخلة مع نبات العرعر. وتعرف أيضاً باسم العائلة البخورية ويمثلها بالمنطقة نبات المر *Commiphora sp.* الذي يعتبر مصدراً لإنتاج المادة الراتنجية المسماة (مرّ) والتي لها استخدامات طبية متنوعة.

* **نباتات عائلة / فصيلة الشذابية (*Rutaceae Family*).**

توجد كشجيرات وأعشاب أحياناً على هيئة مستعمرات منفصلة، ولها رائحة زكية وقليلة الأوراق. وتتواجد في المناطق الرعوية، في جوانب التلال الصخرية شمال ووسط المنطقة الجبلية بعسير. وهي ممثلة بنوع واحد بري يسمى الزريم أو الضريم *Teclea nobilis*.

* **نباتات عائلة / فصيلة الفربيونية (*Euphorbiaceae Family*).**

توجد على شكل أعشاب أو شجيرات قصيرة شوكية تشبه نبات الصبار، وتنتمي إلى مجموعة النباتات اللبين أو اللبينية *Euphorbia sp.* ولها انتشار واسع وتحتوي على عصير لبني قد يكون ساماً في بعضها، وتوجد في المنطقة الجبلية بعسير في المرتفعات الجبلية على الجرف الصخري وهناك أنواع أيضاً في المنحدرات الشرقية من المنطقة الجبلية بعسير، وتستعمل كصمغ لاصق، ولها بعض الاستخدامات الطبية. ومن أهمها نبات الخروع البري *Ricinus communis* الذي يستخدم زيته كمسهل.

* **نباتات عائلة / فصيلة الاكانثية (الشائكة) (*Acanthaceae Family*).**

توجد على هيئة أعشاب شجيرية أو شجيرات قصيرة، وبعضها له أوراق شوكية ، وهي عائلة منتشرة في جنوب ووسط المنطقة الجبلية بعسير وغالباً ما توجد في منحدرات الأودية الضيقة أو شقوق الصخور الكلسية (الجيرية). ومن أهم النباتات المنتسبة لهذه الفصيلة/العائلة بعسير مجموعة نباتات المضة (مض) *Anisotes trisulcus* والضميران *Justica flava*.

* **نباتات عائلة / فصيلة الهالوكية الجعفلية (*Orobanchaceae Family*).**

يتواجد مع نبات العرعر له سنابل منتصبة تحتوي على زهور وهو نبات مستعمر وطفيلي يتصل بجذوره على النبات العائل، والنوع المعروف من هذه الفصلية/العائلة نبات الهالوك المتدلي *Orobanche cernua* والهالوك القزم *Orobanche minor* وينتشر في المنحدرات الصخرية وعلى حافة الجرف، في حوض تصريف وادي بيشة الأوسط في تربة رملية صلبة أو على صدوع الصخور.

* **نباتات عائلة / فصيلة البقولية (القُرنية) (*Leguminosae Family*).**

هي نباتات لها انتشار عالمي كبير، وممثلة في منطقة عسير الجبلية بالعديد من الأنواع المعروفة وتتواجد على هيئة أشجار أو شجيرات من أهمها أنواع من الأكاسيا *Acacia spp.* والبلسم *Commiphora sp.* التي تضم السلم *Acacia ehrenbergiana* والسمر *Acacia laeta* والقرظ *Acacia ethbica* والطلح *Acacia abyssinica* والقتاد *Acacia hamulosa* والعنبر *Acacia farnesiana* والعسق *Acacia asak*، وتتداخل مع غابات العرعر في حوض تصريف وادي بيشة حول الحواف الصخرية والأودية الرملية الواسعة أو المنحدرات المحروثة، كما توجد هذه الفصيلة/العائلة أيضاً على هيئة عشب أو حشائش شوكية في الأماكن الرطبة، حول الجداول النباتية أو المراعي في النطاق الجنوبي لحوض تصريف وادي تثليث ممثلة

ببعض أنــواع العشــرق *Senna italica* وكــداد أو أصـــبع *العروس* *Astragalus corrugatus* والنفل *Medicago lupulina* وغيره.

* **نباتات عائلة / فصيلة الوردية (*Rosaceae Family*).**

توجد كشجيرات مورقة مثمرة لها أغصان كثيفة يمثلها أشجار اللوز البري *Wild almond* وباقي أنواع شجيرات الورديات، وهي نباتات معروفة في المناطق الجبلية، في النطاق الأوسط لحوض تصريف بيشة، وغالباً ما توجد في تربة رملية رطبة قرب الجروف، كما تظهر في شقوق وصدوع الصخور ومنحدرات المجاري المائية وبعض مصاطب الحقول المسورة. ومن أشهر أنواعها الأخرى الورد البري المسمى الإثرار *Rosa abyssinica*

* **نباتات عائلة / فصيلة الحنائية (*Lythraceae Family*).**

توجد على هيئة شــجيرات قصيرة على جوانــب التلال الصخــرية أو على هــيئة عشب منبطح منتشر حــول المجاري في التربة الرملية الرطبــة، ومنها الحــنة البريــة *Lythrum hyssopifolia*، وهذا النوع من الفصيلة/العائلة العطرية معروف في النطاق الأوسط من حوض تصريف وادي بيشة.

* **نباتات عائلة / فصيلة الحُمرية (*Onagraceae Family*).**

تظهر على هيئة عشب ورقي منتصب قد يصل طوله إلى متر، ولها أزهار قرمزية ويمثلها نبات الإبيلوبيم الأهلب *Epilobium hirsustum* وله انتشار محدود في المنطقة الجبلية المرتفعة بالقرب من النماص ويتواجد بالقرب من المياه شبه الدائمة في التربة الرطبة.

* **نباتات عائلة / فصيلة السدرية (النبقية) (*Rhamnacaea Family*).**

هي نباتات واسعة الانتشار عالمياً وفي المملكة، وتنتشر أيضاً في جميع المنطقة الجبلية بعسير، وتظهر على هيئة شجيرات مورقة تاجية الشكل لها ثمار تؤكل مثل النبق *Rhamnus oleoides* والسدر *Ziziphus spina-christi* الذي يمتص أزهاره النحل فيعطي عسل السدر المشهور، وهي نبات شوكي يعيش بين الأعشاب الحولية المعمرة على شكل تجمعات نباتية في بطون الأودية الحاملة للمياه.

* **نباتات عائلة / فصيلة الحمطية (التوتية) (*Moraceae Family*).**

هي أشجار ضخمة ظليلة لها ثمار مثل الحماط (التوت البري) *Ficus palmata*، وتوجد في النطاق الأوسط لحوض تصريف بيشة بين منحدرات الصخور ووسط الأحجار الرملية وقرب مجاري الأودية الفرعية.

* **نباتات عائلة / فصيلة المركبة (*Compositae Family*).**

هي النباتات البذرية المعروفة عالمياً، ولها انتشار كبير في المملكة وفي المنطقة الجبلية بعسير وتمثلها نباتات معروفة مثل دوار الشمس *Helianthus annuus* والبابونج *Matricaria aurea* والاقحوان *Anthemis yemensis* والقيصوم الجبلي *Achillea biebersteinii* والعرفج *Rhanterium sp.* والشيح *Artemisia sieberi* والبعيثران *Artemisia abyssinica* والرجلة *Senecio* وغير ذلك، وتوجد إما على هيئة شجيرات أو أعشاب في أواسط بيئية متنوعة سواء في الحقول المحروثة أو التربة الرملية الرطبة قرب المجاري المائية، وربما في الأودية المنحدرة أو مناطق الرعي أو الجروف على قمم الصخور الكلسية، وتوجد غالباً في وسط وجنوب غرب المنطقة الجبلية بعسير.

* **نباتات عائلة / فصيلة الجريسيات (*Campanulaceae Family*).**

هي نباتات تتواجد في المناطق الجبلية المرتفعة، في النطاق الأوسط لحوض وادي بيشة، وتوجد على هيئة عشب معمر صالح للأكل في وسط أشجار العرعر في تربة رملية صلبة وسط الصخور. ويمثله نبات شياع أو خبز العقب .Campanula sp.

* **نباتات عائلة / فصيلة الزيتون البري (العتم) (*Oleaceae Family*).**

تشتمل على الزيتون البري (العتم) *Olea europaea* والياسمين البري *Jasminum grandiflorum*، وهي شجيرات متفرعة تزحف بين جوانب التلال الصخرية وتنتشر في المناطق الدافئة والمعتدلة شمال المنطقة الجبلية بعسير.

* **نباتات عائلة / فصيلة الخيمية (*Umbelliferae Family*).**

هي عائلة معروفة في المنطقة المدارية من العالم (حوض البحر الأحمر)، إلا أن هناك ظروفاً مناخية ساعدت على تواجدها في المناطق شبه الرطبة في المنطقة الجبلية بعسير خاصة في الجزء الأوسط من حوض تصريف وادي بيشة، حيث توجد على هيئة أعشاب وشجيرات مزهرة تستخرج منها التوابل العطرية ومنها الكزبرة *Coriandrum sativum* ونبات الشوكران السام *Conium maculatum*، وتتواجد قرب المياه الجارية والحقول المحروثة في تربة رملية وقد توجد حول المنحدرات الصخرية.

* **نباتات عائلة / فصيلة الطرفوية (الأثلية) (*Tamaricaceae Family*).**

هي عائلة نباتية ملحية *Halophytes* تتكيف مع ملوحة التربة في المناطق الجافة. تتميز بوجود أوراق مغطاة بمادة ملحية تتحمل درجة الحرارة المرتفعة، وتتواجد في المناطق الجنوبية والشرقية من المنطقة الجبلية بعسير في الوديان الرملية كشجرة

مورقـــة ويصل ارتفاعهـــا إلى عـــدة أمـــتار. ويمثلها نوع الأثل البري ذو الأوراق الحرشفية *Tamarix spp.*

ثانياً - المناطق النباتية المناخية.

المعايير المحددة للمناطق النباتية المناخية.

تبين من خلال فصول هذه الدراسة أن الأمطار، كعامل مناخي، ليست هي العامل الطبيعي الوحيد المتحكم في توزيع أنواع الغطاء النباتي الطبيعي في أراضي منطقة عسير الجبلية، بل هناك عوامل أخرى مؤثرة مثل الخصائص الطوبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية والبيدولوجية، أدت إلى إمكانية تحديد مناطق نباتية مناخية متمايزة ومن أجل الوصول إلى تحديد تلك المناطق النباتية المناخية اقتضى الأمر ضرورة إعطاء تسميات (Nomenclature) لهذه المناطق، تم استخلاصها من جملة العلاقات الموجودة بين الغطاء النباتي الطبيعي وبين الخصائص الطبوغرافية والمناخية والهيدرولوجية والبيدولوجية المؤثرة، التي تم تمثيلها على خريطة واحدة مشتقة من تراكب (Overlap) (٤) خرائط أساسية هي :

١- خريطة طبوغرافية المنطقة. شكل (١٨).
٢- خريطة معدل الأمطار السنوية الفعلية. شكل (٦٢).
٣- خريطة أحواض التصريف. شكل (٧٢).
٤- خريطة وحدات التربة الأساسية. شكل (٧٦).

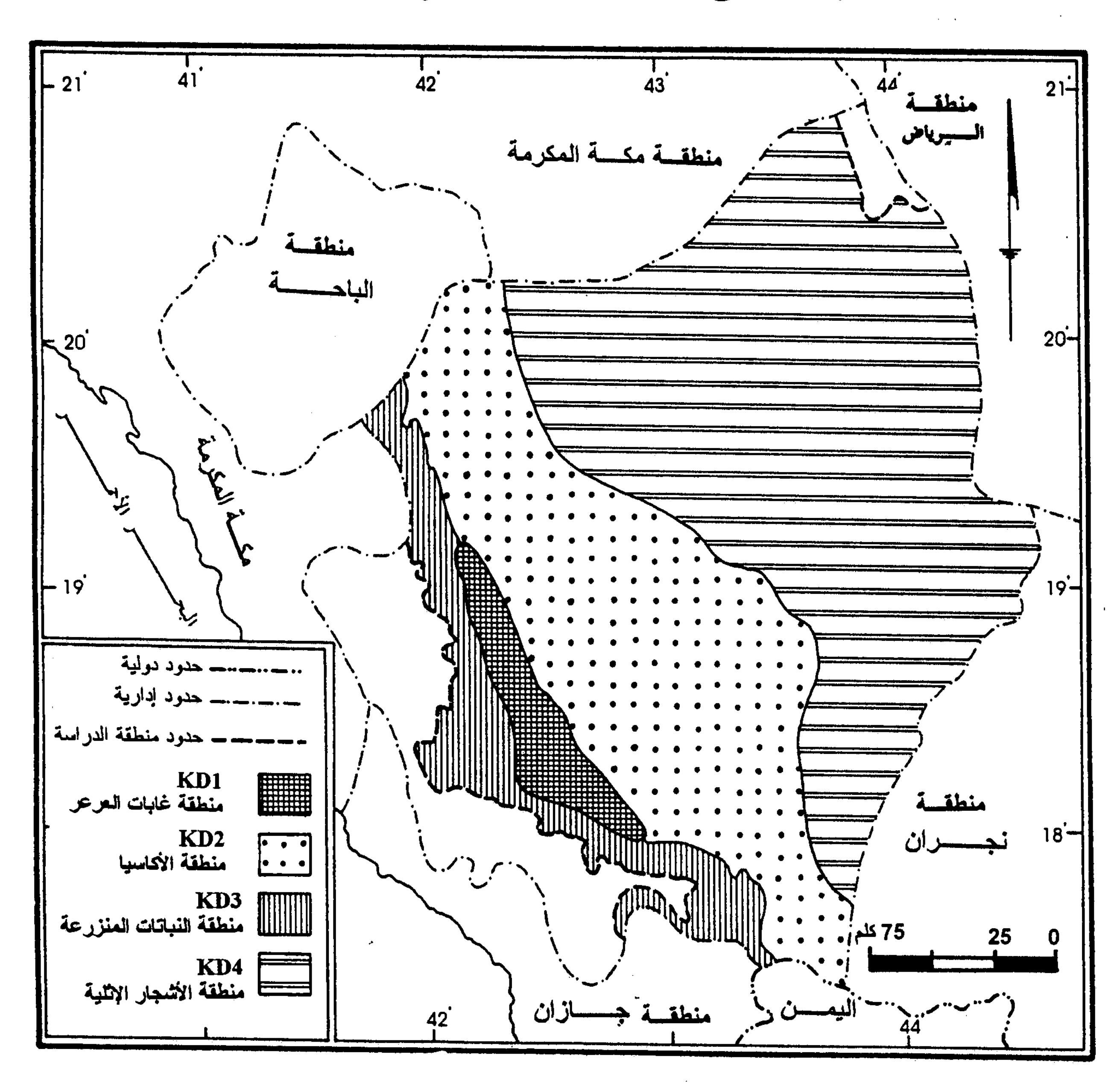
كما تم الاستفادة من خريطة كثافة الغطاء النباتي الطبيعي شكل (٢٠) التي سبق إعدادها ١٩٨٢م من قبل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية.

وتمثل كل منطقة نباتية مناخية تمت تسميتها محصلة لمجموعة العلاقات المتبادلة بين التوزيع المكاني الحالي للغطاء النباتي الطبيعي والعوامل الطبيعية المدروسة، آخذين في الحسبان أن توزيع الغطاء النباتي في المناطق النباتية المناخية المعتمدة تم وفقاً لتجمعات النباتات السائدة حسب الأنواع. وقد أمكن تحديد (٤) مناطق نباتية مناخية Climato-vegetation areas لكل منها خصائص ومواصفات مميزة في المنطقة الجبلية بعسير شكل (٨٨) وهي :

المنطقة الأولى (KD1)

منطقة السروات الجبلية المطيرية لحوض تصريف وادي بيشة الأوسط وهي منطقة غابات تتميز بالتجمعـــــات النباتيـــة الرئيســـة لنبـــاتـــات العـــرعـــر والهالوك *Juniperus procera Orbanche Community* - بالإضـــــافة إلى تجمعات فرعية لنبـــاتات ذيـــل الحصــــان المتشعب *Equisetum ramosissimum* والسراخس *Filicales*

شكل (٨٨)
مسميات المناطق النباتية المناخية بالأراضي الجبلية في عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على خرائط الأساس للأشكال، (١٨)،(٢٠)،(٦٢)،(٧٢)،(٧٦)

والأشـــــنان *Usnea articulate* ومـــوز الربحـــة *Eulophia petersii* والاســبلينوم الشـــــعري *Aspelenium trichomanes* والحـــناء البريـــــــة *Lythrum hyssopifolia* ويغلب عليها وجود نبات العرعر ويمكن أن يطلق عليها "**منطقة غابات العرعر**".

المنطقة الثانية (KD2)

منطقة مرتفعات عسير شبه الرطبة المحصورة بين شرق المجرى الرئيس لوادي بيشة وغرب المجرى الرئيس لوادي تثليث وتتميز بالتجمعات النباتية الرئيسة *Acacia spp.* *Community* بالإضافة إلى تجمعيات فرعية من العرعر *Juniperus* والعلندى *Ephedra* والزيتون البري *Olea europaea* والنخيل البري *Phoenix caespitosa* ويمكن أن يطلق عليها "**منطقة الأكاسيات**".

المنطقة الثالثة (KD3)

منطقة الجرف الجبلي شبه الرطبة الممتدة من المجرى الرئيس لوادي بيشة غرباً حتى حدود منطقة الدراسة، وتضم أيضاً بعض أجزاء أحواض تصريف البحر الأحمر وتضم تجمعات نباتية رئيسة لنباتات برية ومحاصيل منزرعة من الفصيلة النجيلية مثل الشوفان *Avena sativa* والدخن *Sorghum* بنوعيه البري والمنزرع والثميد *Arena sterilis - Thameda triandra* *Community*. كما تضم تجمعات فرعية للتوت البري *Ficus plamata* وبعض النباتات العطرية مثل نبات السرف *Crinum* والجليديوس *Gladialus delenii* ويمكن أن يطلق عليها "**منطقة النباتات المنزرعة**".

المنطقة الرابعة (KD4)

منطقة هضبة عسير شبه الجافة التي تضم حوض تصريف وادي تثليث الشرقي حتى امتداد حدود المنطقة شمالاً وتضم تجمعات نباتية رئيسة لنبات الإثل *Tamarix spp.* *Community* ولنبات الضميران *Justica flava* والضريم *Teclea nobilis* كما تضم بعض التجمعات الفرعية لنبات البابونج *matricaria aurea* والاقحوان *Anthemis yamensis* والشيح *Artemisia sieberi* وغير ذلك من الشجيرات والأعشاب، بالإضافة إلى تجمع فرعي آخر للنخيل البري *Phoenix caespitosa* وبعض الأعشاب النجيلية *Graminaea* ويمكن أن يطلق عليها "**المنطقة الأثلية**".

الخصائص المناخـية والهيدرولوجـية للمناطـق النباتية المناخية.

يوضح جدول (٥٨) العناصر المناخية والهيدرولوجية المؤثرة على المناطق النباتية المناخية الأربع في المنطقة الجبلية بعسير على النحو التالي:

جدول (٥٨)

العناصر المناخية والهيدرولوجية المؤثرة في المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.

العنصر المناخي/ الهيدرولوجي	المناطق النباتية المناخية			
	المنطقة (KD1)	المنطقة (KD2)	المنطقة (KD3)	المنطقة (KD4)
التغيرات السنوية لمتغيرات الأمطار الفعلية (مم).	٢٧٨ – ٥٣٥	١٠٥ – ٤٦٣	٢٥٦ – ٢٦٤	١٣٤ – ١٥٠
المعدل العام للأمطار الفعلية سنوياً (مم).	٤١٠	٢٦٤	٢٦٠	١٤٢
التغيرات الفصلية لمعدلات الأمطار الفعلية (فصل الشتاء)	٥٣ – ١٥٠	١٤ – ٨٧	٥٦ – ٧٣	٢٧ – ٢٩
" " " (فصل الربيع)	١١٨ – ٢٦٥	٤٨ – ١٧٠	١٣٤ – ١٤٢	٦١ – ٧١
" " " (فصل الصيف)	٤٦ – ١٣٨	١٣ – ١١٩	٣٠ – ٣٨	٨ – ٣٩
" " " (فصل الخريف)	٣١ – ٩٨	١٠ – ٨٨	١٩ – ٢٩	١٨ –٣٧
المعدل الفصلي العام للأمطار الفعلية (فصل الشتاء)	٩١	٥٢	٦٥	٤٢
" " " (فصل الربيع)	١٨٤	١٠٢	١٣٨	٦٦
" " " (فصل الصيف)	٧٩	٥٣	٣٤	٢٤
" " " (فصل الخريف)	٥٧	٤٠	٢٤	٢٤
المعدل العام للتبخر السنوي خلال موسم الأمطار (مم).	١٤٧	٢٠٥	٢٢٦	٣٩٩
المعدل العام للتبخر السنوي خلال فترات الجفاف (مم).	٢٢٤	٣٣٤	٣٤٤	٦٩٦
المعدل العام للرطوبة النسبية (%) السنوية خلال موسم الأمطار.	63	٥٧	٦١	٤٧
المعدل العام للرطوبة النسبية (%) السنوية خلال فترات الجفاف.	٤٧	٤١	٤٧	٣١
المتوسط العام لكثافة أحواض التصريف (كم/كم٢).	٠,٦	٠,٣	٠,٣	٠,١
المتوسط العام لمعامل الجريان السطحي.	٠,٠٣	٠,٠٢	٠,٠٥	٠,٠١
المتوسط العام لفترة حدوث التشبع في الدورة المائية السنوية (شهر).	٤,٠	٢,٠	٢,٥	١,٠

الجدول إعداد الباحثة اعتماداً على الاستنتاجات الواردة في الفصلين الثالث والخامس.

١ - تُعد المنطقة الأولى (KD1) أكثر المناطق تأثراً بالمطر حيث تتراوح تغيرات معدلات هطول الأمطار الفعلية السنوية بها ما بين (٢٧٨) مم سنوياً إلى (٥٣٥) مم سنوياً وبمعدل نحو (٤١٠) مم سنوياً، كما تتراوح التغيرات الفصلية لمعدلات الأمطار الفعلية في فصل الشـــتاء بين (٥٣ – ١٠٥) مم بمعدل عام (٩١) مم وفصل الربيع بين (١١٨- ٢٦٥) مم بمعدل عام (١٨٤) مم، أما تغيرات معـــدل فصل الصيف فتتراوح بين (٤٦ – ١٣٨) مم بمعدل عام (٧٩) مم، كما تتراوح تغيرات معدلات فصل الخريف بين (٣١ – ٩٨) مم بمعدل عام (٥٧) مم، ويقع في هذه المنطقة جميع محطات الفئة الأولى بالإضافة إلى مجموعة من محطات الفئة الثانية بالنسبة للتوزيع السنوي لمعدلات الأمطار الفعلية، أما التوزيع الفصلي فنجد منطقة (KD1) تسجل أعلى المعدلات في فصل الربيع يليه فصل الشتاء، وتتميز بأمطار صيفية ذات معدلات مرتفعة ثم معدلات الخريف، تظهر في هذه المنطقة جميع محطات الفئة الأولى و(٩) محطات من الفئة الثانية و(٢) محطة من الفئة الثالثة. ويصل المتوسط العام لمعدل التبخر والرطوبة النـــسبية الســـنوية خلال الفترات المطرية (١٤٧) مم، (٦٣%) على التوالي. ولا يتجاوز المعدل العام للتبخر والرطوبة النسبية الســـنوية خـــلال فترات الجفاف أكثر من (٢٤٤) مم، (٤٧%) على التوالي. ولقد انعكس ذلك على العناصر الهيدرولوجية المؤثرة لهذه المنطقة، حيث قدرت فترة حدوث التشبع في المتوسط خلال الدورة المائية السنوية بنحو (٤) أشهر ويقدر المتوســـط العام لكثافة أحواض التصريف (٠,٦ كم/كم٢) ومعامل الجريان السطحي بنحو (٠,٠٣) على امتداد المنطقة.

٢ - ينظر إلى المنطقة (KD2) باعتبارها نموذجاً كمنطقة شبه رطبة يصل معدل الأمطار الفعلية السنوية إلى (٢٤٦) مم وقد يزيد في بعض أجزائها عن (٤٠٠) مم، وتتراوح تغيرات المعدلات السنوية الفعلية بين (١٠٥ – ٤٦٣) مم، كما تتراوح فيها التغيرات الفصلية لمعـــدلات الأمطـــار الفعلـــية في فصل الشتاء بين (١٤ – ٨٧) مم بمعدل عام (٥٢)مم، أما فصل الربيع فتتراوح معدلاته بين (٤٨ – ١٧٠) مم بمعدل عام (١٠٢) مم، وفصل الصيف بين (١٣ – ١١٩) مم بمعـــدل عام (٥٣) مم، وفصـــل الخريف بين (١٠ – ٨٨) مم بمعدل عام (٤٠) مم، وحيث تتميز هذه المنطقة بتنوع واضح لأنها منطقة انتقالية بين (KD1) و(KD3) لفئات التوزيع السنوي لمعدلات الأمطار الفعلية، حيث تشمل بالكامل محطات الفئة الثالثة والرابعة وبعض محطات الفئة الثانية والخامسة، أما بالنسبة لفئات التوزيع الفصلي فنجد أن هذه المنطقة تأخذ نفس الترتيب الموالي لمعدلات الأمطار الفصلية في المنطقة (KD1) حيث تمثل معدلات فصل الربيع الدرجة الأولى تليها معدلات فصل الصيف ثم فصل الشتاء وأخيراً الخريف، ويظهر في هذه

المنطقة محطة واحدة من الفئة الثانية و(١٠) محطات من الفئة الثالثة و(٥) محطات من الفئة الرابعة. ويقابل ذلك معدل التبخر السنوي خلال موسم الأمطار الذي يتجاوز (٢٠٥) مم ويصل إلى (٣٣٤) مم خلال فترات الجفاف، بينما تظل معدلات الرطوبة النسبية السنوية خلال موسم الأمطار والجفاف بين (٥٧%) إلى (٤١%) ولقد قدرت فترة حدوث التشبع بنحو شهرين في المتوسط خلال الدورة المائية السنوية .. وكانت الكثافة لأحواض التصريف الواقعة في نطاق هذه المنطقة في حدود (٠,٣) كم/كم٢ لتعطي معاملاً متوسطاً للجريان السطحي لا يتجاوز (٠,٠٢).

٣ - تتراوح تغيرات معدلات الأمطار الفعلية في منطقة الجرف الجبلي (KD3) بين (٢٥٦-٢٦٤) مم سنوياً وبمعدل عام يقدر بنحو (٢٦٠) مم سنوياً، وتتراوح التغيرات الفصلية لمعدلات الأمطار الفعلية في فصل الشتاء بين (٥٦ – ٧٣) مم وبمعدل عام (٦٥) مم، كما تتراوح معدلات فصل الربيع بين (١٣٤ – ١٤٢) مم وبمعدل عام (١٣٨) مم، ثم تقل بقية معــدلات الأمطــار الفعليــة في فصلي الصيف والخريف فتصل بين (٣٠ – ٣٨) مم و (١٩ – ٢٩) مم على التوالي. وتصل معدلاتها (٣٤) مم و(٢٤) مم أيضاً على التوالي. هذه المنطقة تمثل تميزاً مكانياً حيث تسود فيها محطات الفئة الثالثة لمعدلات الأمطار الفعلية السنوية، كما نلاحظ عليها أن أغلب أمطارها ربيعية وأقرب ما تكون إلى معدلات أمطار فصل الربيع في المنطقة (KD1) وتتميز بارتفاع معدلات فصل الشتاء ثم تقل بقية المعدلات في فصلي الصيف والخريف، ويظهر في هذه المنطقة محطتان فقط من محطات الفئة الثانية بالنسبة لفئات التوزيع الفصلي، وتمتاز هذه المنطقة بمعدل للتبخر يتراوح بين (٢٢٦) مم، (٣٤٤) مم سنوياً خلال فترات موسم الأمطار وفترات الجفاف على التوالي، يقابله نسبة رطوبة تتراوح بين (٦١%) إلى (٤٧%) سنوياً، مما يتوقع معه أن تصل فترة حدوث التشبع السنوي إلى نحو (٢,٥) شهر في المتوسط .. ونظراً لجيومورفولوجية هذه المنطقة فإن معامل الجريان السطحي قد يصل إلى (٠,٠٥) بالرغم من أن كثافة الأحواض الواقعة بها لا تتجاوز (٠,٣) كم/كم٢.

٤ - تمثل المنطقة (KD4) أكبر المناطق مساحة وهي منطقة شبه جافة، حيث تقل فيها معدلات الأمطار الفعلية غالباً عن (٢٠٠) مم سنوياً وتتراوح معدلاتها السنوية بين (١٣٤–١٥٠) مم والمعدل العام في حدود (١٤٢) مم، وتتراوح التغيرات الفصلية لمعدلات الأمطار الفعليــة لفصــل الشــتاء بين (٢٧–٢٩) مم وبمعدل عام يصل إلى (٤٢) مم، كما تتراوح معدلات فصــل الربيع بين (٦١– ٧١) مم وبمعدل عام يصل إلى (٦٦) مم، ثم تسجل معدلات الأمطار لفصل الصيف والخريف أدنى المعدلات حيث تتراوح معدلات الأمطار في فصل الصيف والخريف بين (٨ – ٣٩) مم و(١٨ –٣٧) مم

على التوالي وبمعدل عام يصل إلى (٢٤) مم لكلا الفصلين، ويقع في هذه المنطقة محطات الفئة الخامسة بالنسبة لفئات التوزيع السنوي.

وتأخذ معدلات الأمطار الفصلية بالتناقص في جميع الفصول مقارنة ببقية المناطق الأخرى ولكن يظل فصل الربيع يسجل أعلى الكميات نسبياً كما في بقية المناطق بالنسبة لمعدل الأمطار وكذلك المعدل العام، ويظهر في هذه المنطقة (٣) محطات من الفئة الرابعة بالنسبة لفئات التوزيع الفصلي. وتتعرض هذه المنطقة لزيادة في معدل التبخر سواء في الفترات المطيرية أو الجافة وبمعدل يتراوح بين (٣٩٩) مم إلى (٦٩٦) مم سنوياً، ويقابله نقص في معدل الرطوبة النسبية السنوية خلال هذه الفترات من (٤٧%) إلى (٣١%) والصورة الهيدرولوجية لهذه المنطقة تظهر أن المتوسط العام لفترة حدوث التشبع في الدورة المائية السنوية لا يتجاوز شهراً واحداً يقابله انخفاض في كثافة أحواض التصريف (٠,١ كم/كم٢) وانخفاض أيضاً في معامل الجريان السطحي (٠,٠١).

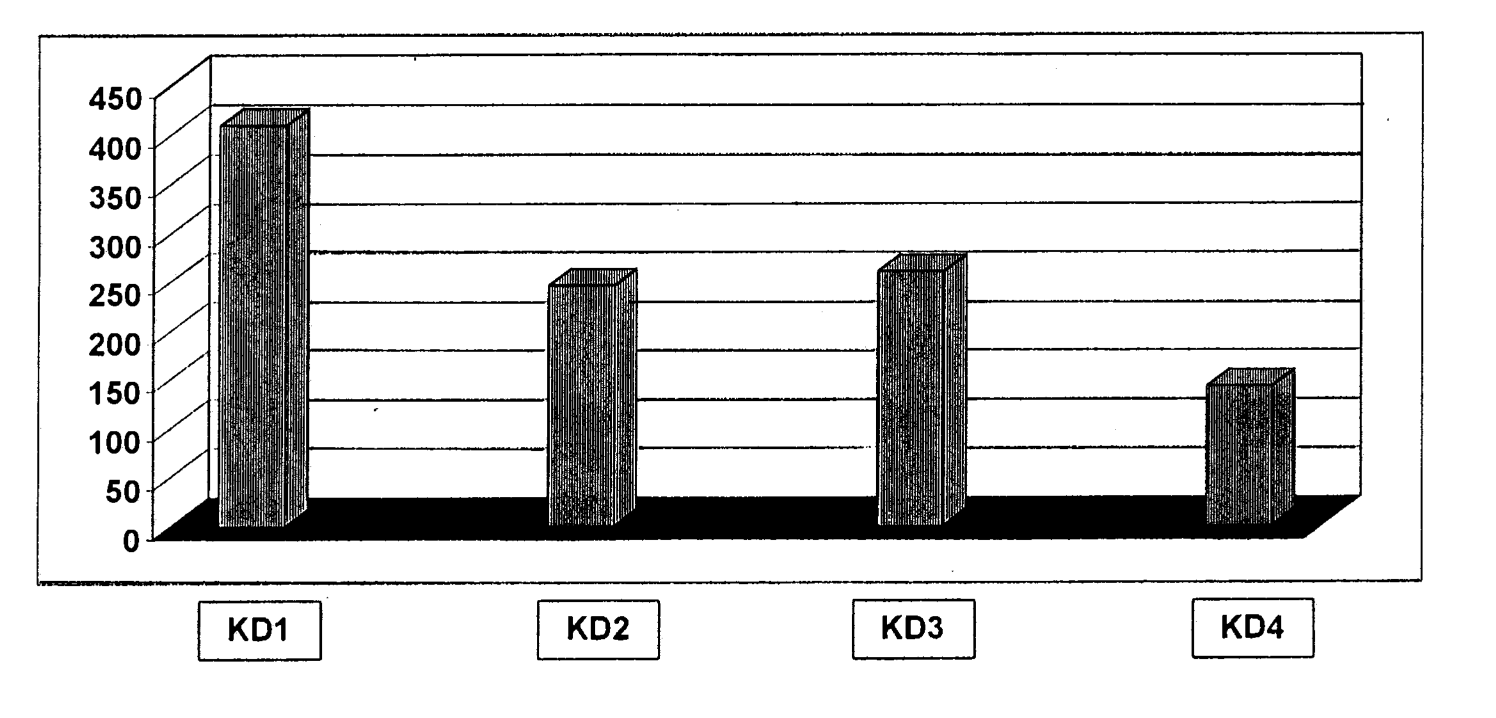
وتوضح أشكال (٨٩ – ٩٠ – ٩١) المعدل العام للأمطار الفعلية، والمعدل العام للتبخر خلال موسمي الأمطار والجفاف، والمعدل العام للرطوبة النسبية خلال موسمي الأمطار والجفاف، في المناطق النباتية المناخية الأربع على التوالي.

التباينات المكانية في المناطق النباتية المناخية.

يوضح جدول (٥٩) التباينات المكانية للمناطق النباتية المناخية التي تم تحديدها من واقع الدراسة في المنطقة الجبلية بعسير على النحو التالي :

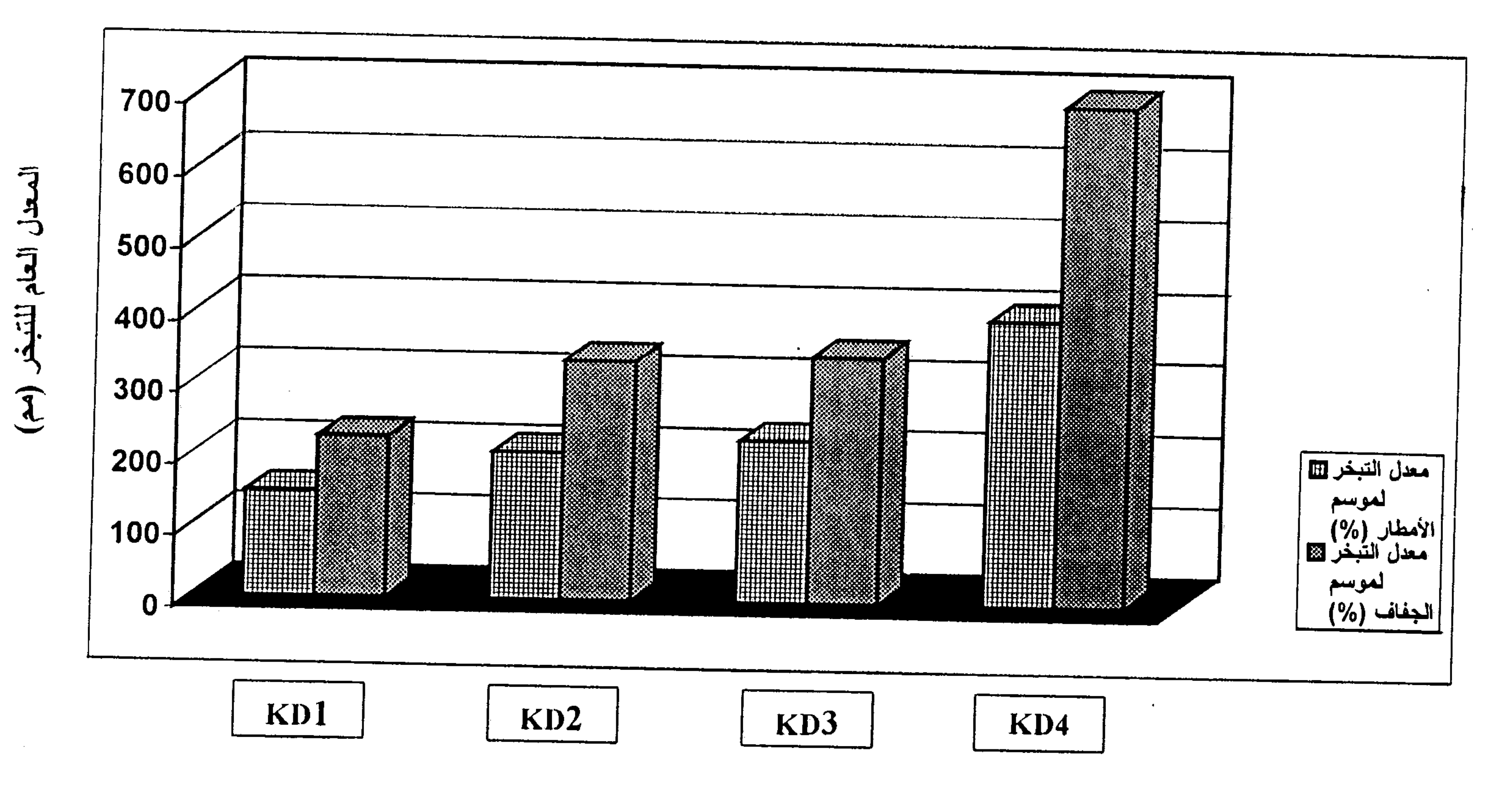
- تشغل المنطقة (KD4) أكبر مساحة وتصل إلى نحو (٣٧,٠) ألف كم٢ أي ما يعادل (٥٢,٨%) من إجمالي المساحة الكلية لمنطقة عسير الجبلية، يليها المنطقة (KD2) ولمساحة (٢٣,٦) ألف كم٢ وبنسبة (٣٣,٧%) من إجمالي المساحة الكلية، ثم المنطقة (KD3) ولمساحة (٦,٨) ألف كم٢ وبنسبة (٩,٧%) من إجمالي المساحة الكلية، وتعد المنطقة (KD1) أقل المناطق مساحة وتشغل (٢,٦) ألف كم٢ وبنسبة (٣,٨%) فقط من إجمالي مساحة المنطقة الكلية. ويوضح شكل (٩٢) التوزيع النسبي لمساحات المناطق النباتية المناخية الأربع في المنطقة الجبلية بعسير.

شكل (٨٩)
المعدل العام السنوي للأمطار الفعلية في المناطق المناخية النباتية بمنطقة عسير الجبلية.



المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في الفصلين الثالث و الرابع

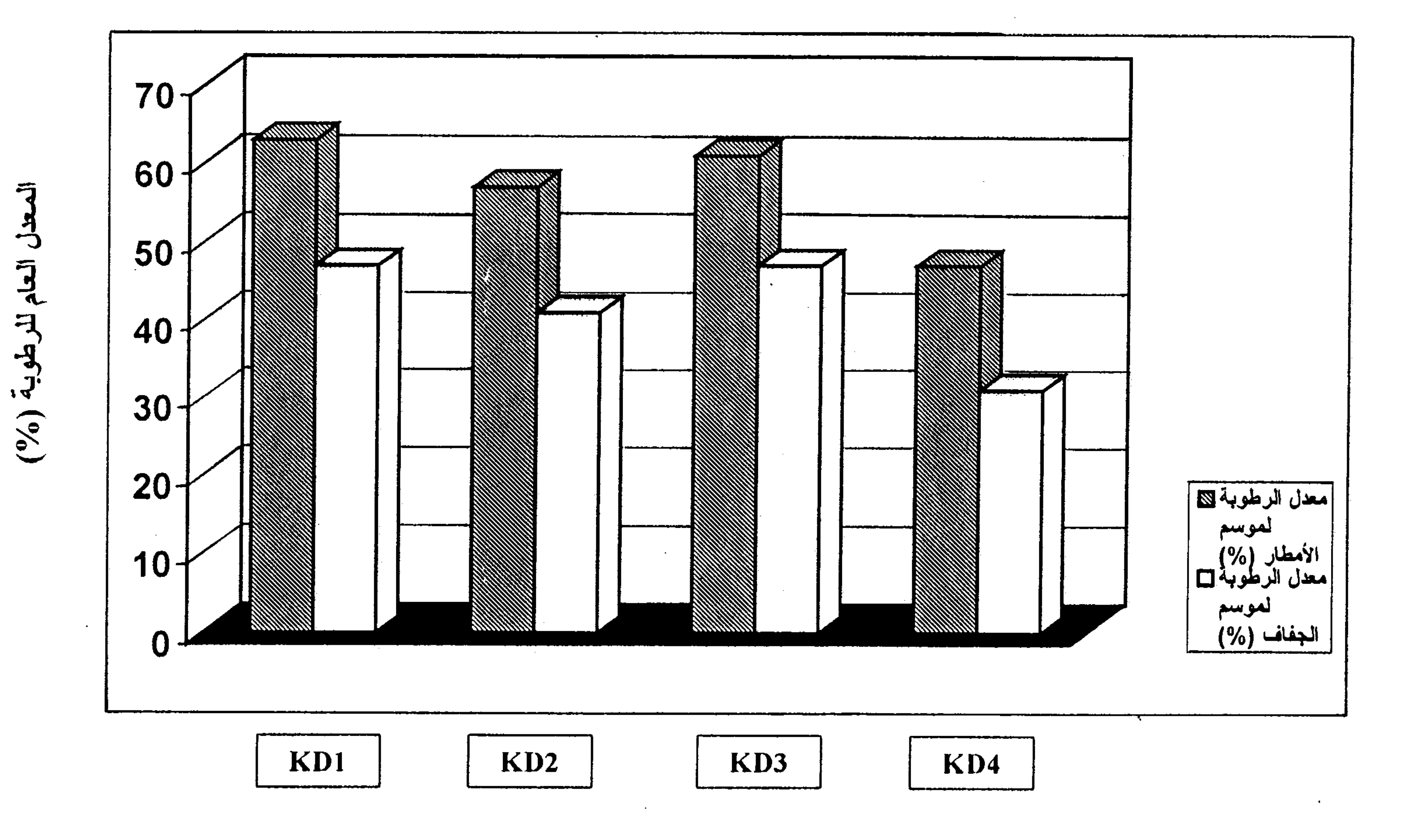
شكل (٩٠)
المعدل العام للتبخر خلال موسمي الأمطار والجفاف في المناطق النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.



المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في الفصلين الثالث و الرابع.

شكل (٩١)

المعدل العام للرطوبة النسبية (%) خلال موسمي الأمطار والجفاف في المناطق النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.



المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على البيانات الواردة في الفصلين الثالث و الرابع

جدول (٥٩)
التباينات المكانية في المناطق النباتية المناخية
في المنطقة الجبلية بعسير.

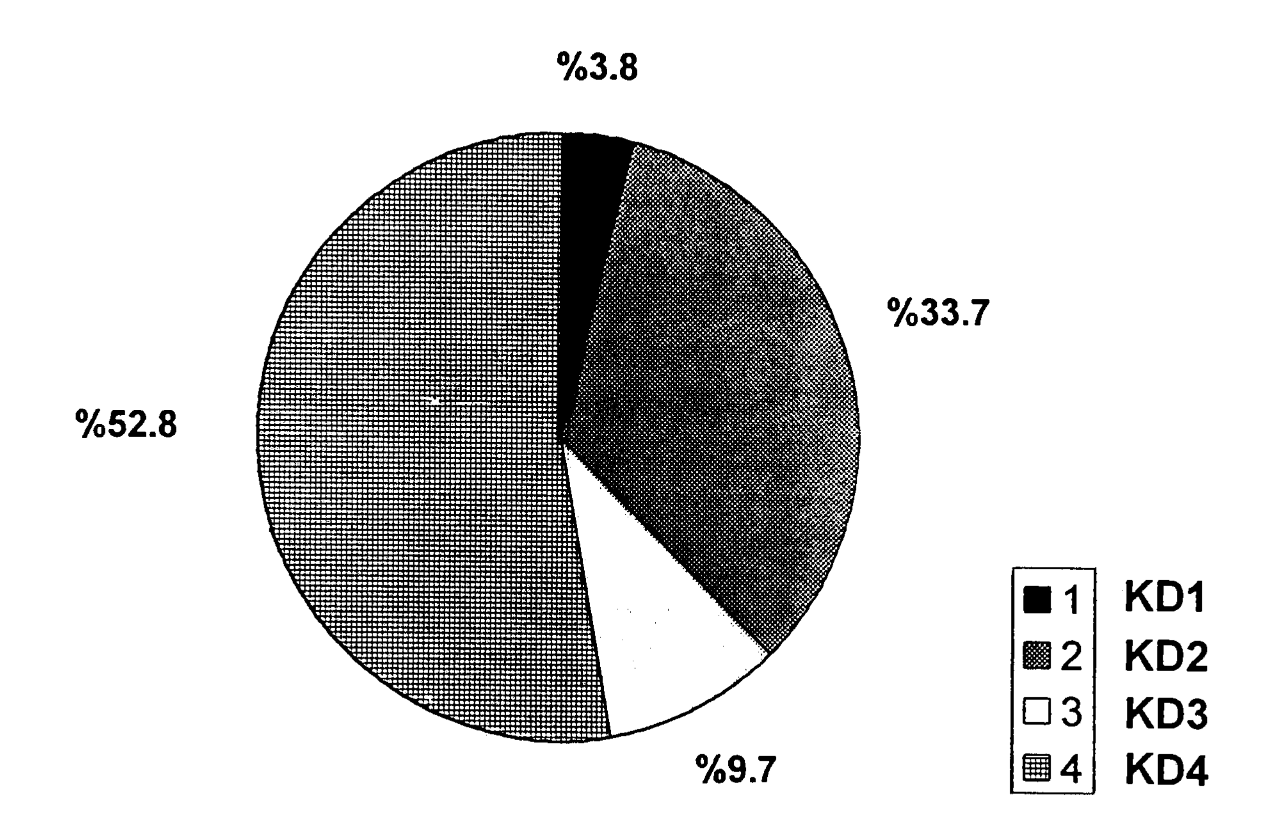
الظروف المكانية	المنطقة النباتية المناخية			
	المنطقة (KD1)	المنطقة (KD2)	المنطقة (KD3)	المنطقة (KD4)
المساحة (ألف كم٢)	٢,٦	٢٣,٦	٦,٨	٣٧,٠
نسبة مساحة المنطقة إلى المساحة الكلية للمنطقة الجبلية بعسير (%).	٣,٨	٣٣,٧	٩,٧	٥٢,٨
الارتفاع حسب الفئات بالأمتار				
ف(١) أكبر من ٢٤٠٠	أكبر من ٢٤٠٠	–	–	–
ف(٢) من ٢٠٠٠ –٢٤٠٠	٢٠٠٠ – ٢٤٠٠	من ٢٠٠٠ – ٢٤٠٠	–	–
ف(٣) من ١٢٠٠ – ٢٠٠٠	–	١٢٠٠ – ٢٠٠٠	من ١٢٠٠ – ٢٠٠٠	–
ف(٤) أقل ٨٠٠ – ١٢٠٠	–	–	أقل ٨٠٠–١٢٠٠	أقل ٨٠٠–١٢٠٠
البعد عن البحر (كم)	٦٥ – ١١٠	٨٠ – ٢٠٠	٤٠ –١٠٥	١٤٥ – ٣٥٠
انحدار السطح (قيمة متوسطة) (متر/كم).	٦ – ٢٦	٢– ٥	٤٠ – ١٤٠	٢– ٤
اتجاه انحدار السطح	ش ق	ش	ج غ	ش ق

الجدول من إعداد الباحثة اعتماداً على خارطة الأساس لمنطقة الدراسة، والبيانات الواردة في الفصل الأول.

- سجل أقصى ارتفاع عن سطح البحر في نقطة قريبة من السودة في المنطقة (KD1) وعلى ارتفاع (٣٢٣٣) م فوق سطح البحر، بينما يليها المنطقة (KD3) و(KD2) على ارتفاع (٢٦٠٠) م (٢٤٠٠) م فوق سطح البحر على التوالي. بينما سجل أقصى ارتفاع في منطقة (KD4) (١٤٠٠) م فوق سطح البحر عند نقطة قريبة من شرق الحرجة في أقصى الجنوب من المنطقة.
- سجل أدنى ارتفاع عن سطح البحر في المنطقة (KD1) (٢٠٨٠) م فوق سطح البحر في نقطة شمال النماص، وتليها منطقة (KD2) (١٠٢٠) م عن سطح البحر في تبالة، بينما سجل أدنى ارتفاع للمنطقتين (KD3)، (KD4) (٨٠٠) م فوق سطح البحر وهو يمثل الحدود المختارة لمنطقة الدراسة في المنطقة الجبلية بعسير من جهتي الغرب والشمال الشرقي على التوالي.
- تعتبر منطقة (KD3) هي أقرب المناطق النباتية المناخية قرباً من البحر، تليها بعداً منطقة (KD1) والمسـافة تتراوح من (٤٠) كم إلى (٦٥) كم، وينظر إليهما باعتبارهما مناطق

شكل (٩٢)

التوزيع النسبي لمساحات المناطق النباتية المناخية بمنطقة عسير الجبلية.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على خريطة المناطق النباتية المناخية، الشكل (٨٨)

متأثرة برطوبة البحر. بينما يتراوح الانحدار في المنطقة (KD1) من (٦-٢٦) م/كم في اتجاه الشمال الشرقي ولا يزيد الانحدار في المنطقة (KD2) من (٢-٥) م/كم في اتجاه الشمال. وتعتبر المنطقتان (KD2)، (KD4) هما الأكثر بعداً عن البحر، ولمسافة تتراوح من (٢٠٠) كم إلى (٣٥٠) كم، وينظر إليهما باعتبارهما مناطق غير متأثرة كثيراً برطوبة البحر.

- تُعد المنطقة (KD3) أكثر المناطق انحداراً حيث يصل انحدارها بين (٤٠-١٤٠) م/كم في اتجاه جنوب غرب، بينما تعد المنطقة (KD4) أقل المناطق انحداراً وحيث لا يتجاوز انحدارها (٤) م/كم في اتجاه الشمال الشرقي.

خصائص التربة في المناطق النباتية المناخية.

يوضح جدول (٦٠) وحدات التربة الأساسية في المناطق النباتية المناخية الأربع من واقع الخريطة التي أعدت للمنطقة الجبلية بعسير شكل (٧٦)، ومن أبرز التباينات الواردة عن التربة في هذه المناطق :

- تغطـــي المـــنطقة الأولى السروات الجبلية في منطقة عسير (KD1) ثلاث وحدات ممثلة للتربة بالمنطقة هي أساساً من الكلسية الجافة مع بروزات صخرية، والحصوية الصحراوية حديـــثة الـــتكوين مـــع بروزات صخرية، والوحدة المشتركة للتربة الحصوية الصحراوية والفيضـــية الصحراوية حديثتي التكوين مع بروزات صخرية .. وهذا التماثل يعكس طبيعة المـــنطقة لكونهـــا منطقة جبلية مرتفعة ذات تربة طميية عميقة إلى ضحلة، ويتخللها مجارٍ ووديـــان متقطعة وتمتاز مجموعة هذه التربة بنفاذيتها المتوسطة وقدرتها على حفظ المياه، وقد يؤدي تداخل التربة الفيضية الصحراوية حديثة التكوين في بعض أجزائها إلى الحد من قدرتها على حفظ المياه، مع العلم بأن تعرضها للغمر يكون نادراً ولفترات محدودة جداً.
- تغطي المنطقة الثانية منطقة مرتفعات عسير (KD2) نفس الثـــلاث وحـــدات الممثلة للتربة في المنطقة الأولى (KD1) مع ملاحظة أن السمة الغالبة هي تداخل وحدة التربة الكلسية الجافة مع بروزات الصخرية مع التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات الصخرية في النطاق الشمالي من المنطقة في وقت يكون فيه تداخل تربة الوحدة المشتركة الحصوية الصحراوية والفيضية الصحراوية حديثتي التكوين مع بروزات الصخرية مع تـــربة الوحـــدة الكلسية الجافة مع بـــروزات الصخـــرية في النطاق الجـــنوبي من المنطقة .. وعليه فإن نوعية التربة في شمال هذه المنطقة يغلب عليها التربة الجيرية غير الملحية مع انحدار بسيط، ويتخللها وديان ضحلة، ومن خواصـــها قدرتها العالية على حفظ المياه ونفاذيتها المتوسطة. أما التربة في جنوب المنطقة فـــــهي

جدول (٦٠)

تباينات أنواع التربة في المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.

وحدات التربة المميزة	المنطقة النباتية المناخية			
	المنطقة (KD1)	المنطقة (KD2)	المنطقة (KD3)	المنطقة (KD4)
الكلسية الجافة				*
الكلسية الجافة مع بروزات صخرية.	*	*		*
الوحدة المشتركة للتربة الكلسية الجافة والفيضية الصحراوية حديثة التكوين.				*
الوحدة المشتركة للتربة الكلسية الجافة والحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.				*
الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية.	*	*	*	*
الوحدة المشتركة للتربة الحصوية الصحراوية والفيضية الصحراوية حديثتي التكوين مع بروزات صخرية.	*	*		*
الوحدة المشتركة للتربة الحجرية/الحصوية الصحراوية والجفافية الحصوية حديثتي التكوين مع بروزات صخرية.			*	
التربة الرملية الصحراوية حديثة التكوين.				*

(*) تعني وجود وحدة التربة في المنطقة المناخية النباتية.

طميية إلى حصوية ضحلة ذات نفاذية متوسطة إلى عالية مع انخفاض في سعتها الميسرة وتعرضها للغمر.

- تغطي المنطقة الثالثة منطقة الجرف الجبلي (KD3) أساساً وحدة التربة المشتركة الحجرية/الحصوية الصحراوية حديثة التكوين والجفافية الحصوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية تظهر كشريط متصل ممتد على الحافة العليا للجرف الجبلي، ويحيط بهذه الوحدة التربة الحصوية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية حادة. ولقد تكونت هذه الوحدة الحجرية على جبال حادة الانحدار ومدرجات زراعية شبه مستوية يتخللها العديد من المجاري والوديان لأحواض تصريف البحر الأحمر. وتربة هذه الوحدة حجرية غير منفذة للمياه إلا أن تواجد التربة الجفافية الحصوية حديثة التكوين بنسبة (١٥%)

في تكوينها يساعد على إنشاء مدرجات زراعية لجمع المياه السطحية المنحدرة من أعلى وذلك نظراً لقدرتها العالية على حفظ المياه.

- تمثل المنطقة الرابعة منطقة هضبة عسير (KD4) سبع وحدات من التربة هي في مجملها تداخل لأربع وحدات من التربة الأساسية الكلسية الجافة والحصوية والفيضية والرملية الصحراوية حديثة التكوين مع بروزات صخرية وبنسبة متباينة، ولا يوجد في هذه المنطقة التربة الحجرية والمميزة للوحدة (KD3) ولكنها تميزت بوجود التربة الرملية الصحراوية حديثة التكوين خاصة في الأجزاء الشمالية الشرقية من المنطقة. ويمكن من الناحية الزراعية القول : إن تربة هذه الوحدة هي تداخل لنوعيات من التربة الجيرية غير الملحية الطميية العميقة، والتربة الحصوية الضحلة والتربة الفيضية والتربة الرملية العميقة مع وجود بروزات صخرية. ولقد أنعكس ذلك على خواصها الهيدرولوجية وقدرتها على حفظ المياه بصورة جيدة نظراً لنفاذيتها المتوسطة إلى العالية (١,٥ – ١٥ سم/ساعة) وتنوع سعتها الميسرة (١ – ١٥٠ سم) خاصة وأن عمق مستوى الماء الأرضي أسفلها لا يزيد في كل الأحوال عن ١٥٠ سم.

أنواع النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية.

يوضح جدول (٦١) توزيع النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير ومن واقع التحليل يتضح التالي :

أ- تتسم المنطقة الأولى (KD1) بتنوع في مجموعاتها النباتية حيث تنفرد بوجود تجمعات نباتية رئيسة لنباتات العرعر والهالوك *Juniperus procera - Orobanche Community* بالإضافة إلى التجمعات النباتية الفرعية التالية :

- نبات ذيل الحصان المتشعب والأشـــنان والسراخس للنباتات اللازهرية الثالوسية *Aspelenium trichomanes - Usnea articulate - filicales Sub community* .
- نبات الجليديوس والسرف وموزة الربحة *Gladialus delenii/ Crinum/ Eulophia petersii Sub community* وهي من النباتات العطرية البذرية كاسيات البذور آحادية الفلقة.
- نبات الحناء البرية ونبات الابيلوبيم الأهلب والنضيبية *Lythrum hyssopifolia/ Epilobium hirsustum/ Dianthus deserti Sub community*. وهي من النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة.

جدول (٦١)

النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية في المنطقة الجبلية بعسير.

القسم المجموعة	العائلة/ الفصيلة	الرمز النباتي	المناطق النباتية المناخية (KD1)	(KD2)	(KD3)	(KD4)
النباتات اللازهرية الوعائية.	ذيل الحصان	T_{a1}	*			
	الاسبلينوم (السراخس)	T_{b1}	*			
النباتات البذرية عاريات البذور	اللافورية (علنده)	S_{C1}		*	*	
	القمعية (العرعر)	S_{C2}	*	*	*	
النباتات البذرية كاسيات البذور (آحادية الفلقة)	الزنبقية (الحسار)	S_{d1}	*	*	*	
	السوسنية (السوس)	S_{d2}	*			
	النرجيسية (السرف)	S_{d3}	*		*	
	السحلبية (موزة الربحة)	S_{d4}	*			
	النجيلية (الشوفان)	S_{d5}		*	*	*
	النخيلية (نخيل البلح)	S_{d6}		*	*	*
	الصنوبر (السرو)	S_{d7}		*	*	*
النباتات البذرية كاسيات البذور (ثنائية الفلقة).	القرعية (اليقطين)	S_{e1}	*	*	*	*
	السرمقية (الزربيح)	S_{e2}	*	*	*	*
	الكاريوفايلاسيا (القرنفل)	S_{e3}	*	*	*	
	الغطائية (الطلحية)	S_{e4}		*	*	*
	البلسمية (المر)	S_{e5}	*			
	الشذابية (الزريم)	S_{e6}		*		*
	الفربيونية (الخروع).	S_{e7}		*	*	
	الاكانثية (المض)	S_{e8}		*		*
	الهالوك (الجعفلية)	S_{e9}	*			
	البقولية (الأكاسيا)	S_{e10}	*	*	*	*
	الورديات (اللوز البري)	S_{e11}	*		*	
	الحنائية (الحناء)	S_{e12}	*			
	الحُمرية (الأبيلوبيم الأهلب)	S_{e13}	*			
	السدرية (النبق)	S_{e14}	*	*	*	*
	الحمطية (التوت)	S_{e15}	*		*	
	المركبة (العرفج والشيح)	S_{e16}		*	*	*
	الجرسيات (خبز العقب)	S_{e17}	*		*	
	الزيتون البري (العتم)	S_{e18}		*	*	*
	الخيمية (الشوكران)	S_{e19}	*		*	
	الطرفوية (الأثل)	S_{e20}		*		*

(*) تعني وجود عائلة النبات في المنطقة المناخية النباتية.

ب- ينتشر في المنطقة الثانية (KD2) تجمعات نباتية رئيسة لأنواع الأكاسيا *Acacia spp. Community* مثل السلم *ehenbergiana* والسمر *Laeta* والعسق *Asak* والقرظ *ethbica* والطلح *Abyssinica* وهي نباتات تنتمي جميعها إلى النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة وذات انتشار كبير بالمنطقة.

بالإضافة إلى التجمعات النباتية الفرعية التالية :

- نبات العرعر والعلندى *Juniperus - Ephedra Sub community* وهي من النباتات البذرية عاريات البذور.
- نبات النخيل البري والزيتون البري وزرباه الجبل – *Phoenix caespitosa - Olea europaea - Stipagrostis Sub community* وهي من النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة.

ج- يتواجد في المنطقة الثالثة (KD3) تجمعات نباتية رئيسة لنباتات عشبية معترشة، وقد تكون نباتات برية مثل الشوفان البري والثميد أو تكون نباتات منزرعة مثل الشوفان المنزرع والدخن *Avena sterilis - Thamede triandra - Avena sativa - Sorghum Community* وجميعها تنتسب إلى النباتات البذرية كاسيات البذور آحادية الفلقة، بالإضافة إلى التجمعات النباتية الفرعية التالية :

- نبات النخيل البري *Phoenix caespitosa* وينتمي للنباتات البذرية كاسيات البذور آحادية الفلقة.
- نبات التوت البري وبعض النباتات العطرية مثل الجليديوس والسرف *Ficus palmata- Gladialus delenii- Crinum Sub community* وهي من النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة.
- نبات العرعر والعلندى *Juniperus- Ephedra Sub community* وهي من النباتات البذرية عاريات البذور وأقل التجمعات النباتية الفرعية في هذه المنطقة.

د- تُعد المنطقة الرابعة (KD4) أقل المناطق النباتية انتشاراً وينتشر فيها تجمعات نباتية رئيسة لأنواع الأثل *Tamarix spp. Community* وهي شجيرات مميزة لهذه المنطقة من النباتات البذرية كاسيات البذور ثنائية الفلقة ذات أوراق حرشفية، ولها قدرة على تحمل الملوحة وتوجد في الأماكن الرطبة. كما تضم هذه المنطقة مجموعتين فرعيتين لنباتات بذرية كاسيات البذور هي :

- نباتات الضريم والضميران والاقحوان والقرع البري والطلح *Teclea nobilis/ Justica flava/ Anthemis yamensis/ Cucumis figarei/ Abyssinica Sub community* وهي من النباتات البذرية ثنائية الفلقة.

- نباتات النخيل البري ونخيل البلح والصماء الغليظ والعندب *Phoenix caespitosa- phoenix dactylifera- Aristida adscensionis- cyperus Sub community* وهي من النباتات البذرية آحادية الفلقة.

يوضح شكل (٩٣) النباتات السائدة ذات الأكثرية من حيث الانتشار في المناطق النباتية المناخية.

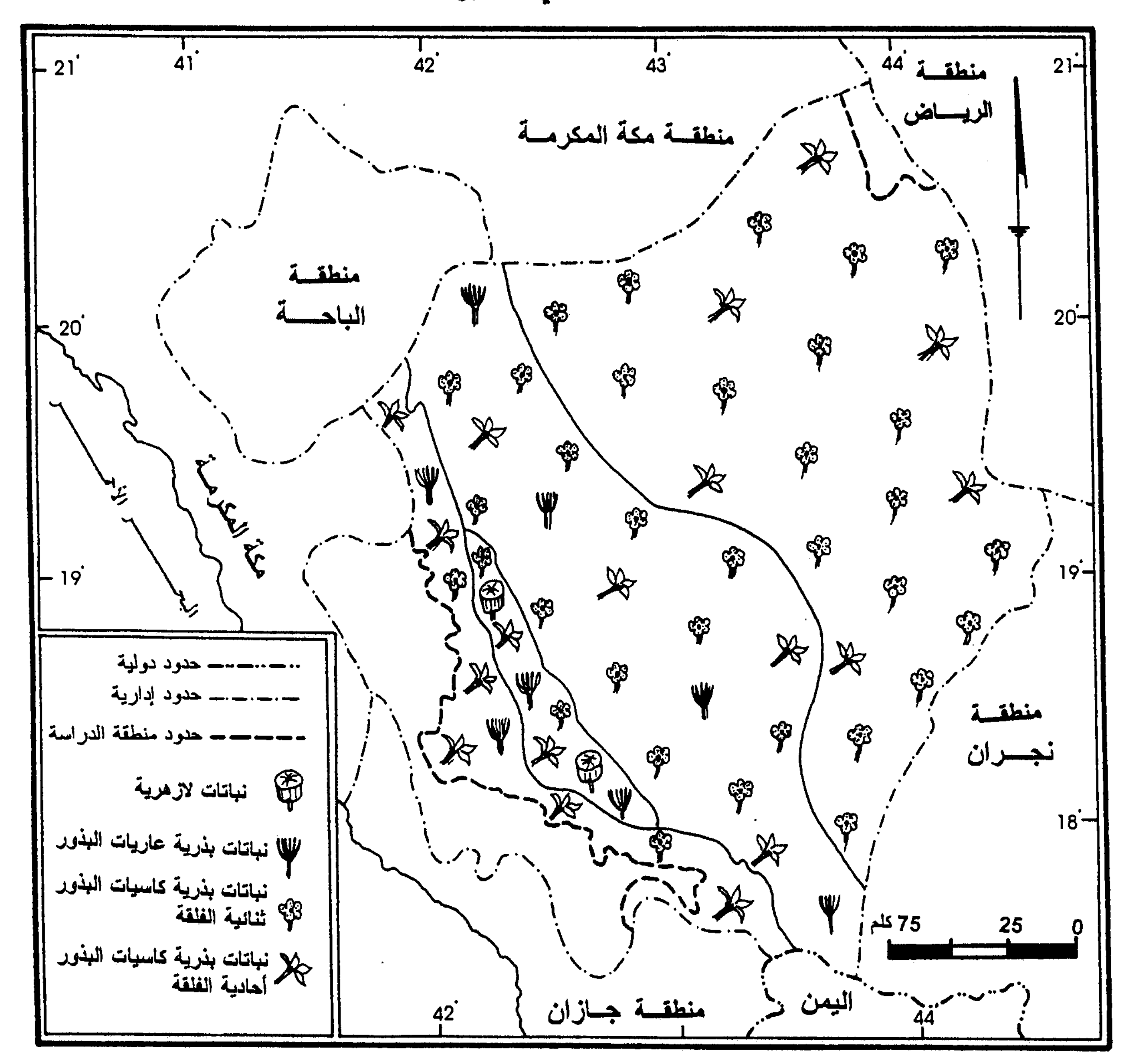
ثالثاً - الخصائص الطبيعية المميزة في المناطق النباتية المناخية.

من واقع الدراسة التي تمت على السمات الطبيعية والعوامل المؤثرة في الأراضي الجبلية بعسير في الفصل الثاني وما يتعلق بالخصائص المناخية في الفصلين الثالث والرابع والتحليل الوارد عن المياه والتربة في الفصل الخامس تبين أن هناك ارتباطاً واضحاً بين الخصائص الطبيعية والمناخية لأسماء المناطق النباتية المناخية الموضوعة وما يتعلق بانعكاس ذلك على أنواع النباتات السائدة ومدى كثافتها في كل منطقة، مما يمكن من تحديد سمات واضحة تؤكد هذه الارتباطات وتتفاعل معها.

الخصائص المميزة في المنطقة النباتية المناخية الأولى (KD1).

تتسم هذه المنطقة بكونها منطقة السروات الجبلية المرتفعة عن سطح البحر لأكثر من (٢٠٠٠) م وهي تستقبل الأمطار، إما من خلال الرطوبة المنقولة من المسطحات المائية الخارجية أو من الرطوبة المتكونة محلياً، وهي أكثر المناطق تأثراً بالأمطار وبمعدل في حدود (٤١٠) مم/سنوياً وأقلها تعرضاً للجفاف على مدار الدورة المائية السنوية ولها متوسط معامل جريان سطحي نحو (٠,٠٣)، كما تتميز بتربة لها قدرة على حفظ المياه. ولقد أتاحت هذه الظروف في هذه البيئة التي تشبه، إلى حد كبير، بيئة حوض البحر الأبيض المتوسط أن تُغطي المنطقة بنباتات طبيعية كثيفة مثل العرعر *Juniperus* وهو شجرة معمرة ممثلة للعائلة/الفصيلة القمعية من النباتات البذرية عاريات البذور وهو أقدم الأشجار المعروفة بالمملكة، والتي لا تنمو إلا في المرتفعات العالية والأجواء الباردة، ويتعايش مع النباتات اللازهرية الثالوسية الأشنان *Usnea articulate* التي يمكنها استخلاص الرطوبة من الجو المحيط، وتنمو على أفرع نباتات العرعر وتمده بالعناصر الغذائية، وأيضاً مع النباتات اللازهرية التريدية نبات ذيل الحصان والسراخس *Equisetaceae- Filicales*، ويمكن في هذه البيئة أيضاً أن ينمو العديد من النباتات العطرية التي تنتمي لنباتات بذرية آحادية الفلقة مثل نبات الجليديوس *Gladialus delenii* وموز الربحة *Eulophia petersii* والسرف *Crinum*، وثنائية الفلقة مثل نبات الحناء البرية *Lythrum hyssopifolia* والمر *Commiphora sp.* والضريم *Teclea nobilis* والورد البري *Rosa abyssinica* ونبات الابيلوبيم الأهلب *Epilobium hirsustum* والنضيبية *Dianthus deseriti* بالإضافة إلى بعض النباتات الطفيلية الأخرى مثل نبات الهالوك *Orobanche* البذرية ثنائية الفلقة.

شكل (٩٣)
أنواع النباتات السائدة في المناطق النباتية المناخية بالأراضي الجبلية في عسير.



المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على أطلس الرسومات النباتية، (١٩٨٩م)، عمادة شئون المكتبات جامعة الملك سعود.

الخصائص المميزة في المنطقة النباتية المناخية الثانية (KD2).

تضم المنطقة الثانية (KD2) مرتفعات عسير التي تشتمل على العديد من الأودية ومجاري المياه المكونة لحوضي تصريف وادي بيشة الشـرقي وحوض تصـريف وادي تثليث الغربي، وهما مناطق شبه رطبة ترتفع من (١٢٠٠) م إلى (٢٠٠٠) م فوق سطح البحر ويزيد فيها معدل الأمطار السنوي عن (٢٠٠) مم وقد يصل في بعض أجزائها إلى (٤٠٠) مم ويصل المتوسط العام لفترة حدوث التشبع خلال الدورة المائية السنوية نحو (٢,٥) شهر، ولها معامل جريان سطحي متوسط في حدود (٠,٠٢)، وتتميز تربتها بكونها تربة جيرية إلى حصوية فيضية ذات نفاذية متوسطة وانخفاض في سعتها الميسرة، وهذه الظروف مناسبة تماماً لغطاء نباتي متوسط الكثافة متنوع، يتسم بوجود نباتات بذرية مثل نباتات الأكاسيا *Acacia spp.* مثل السلم *ehenbergiana* والسمر *Laeta* والعسق *Asak* والقرظ *ethbica* والطلح *abyssinica*، وبعض النباتات الأخرى مثل نبات العلندى *Ephedra sp.* والعرعر *Juniperus procera* والعتم *Olea europaea* والنخـيل البـري *Phoenix caespitosa* وزربـاه الجبل *Stipagrostis hirtigluma*.

الخصائص المميزة في المنطقة النباتية المناخية الثالثة (KD3).

تمثل منطقة الجرف الجبلي (KD3) أقرب المناطق إلى البحر الأحمر ولمسافة تتراوح بين (٤٠-١٠٥) كم بعداً عن البحـر، وأكثرها انحداراً في اتجاه الجنوب والغرب وبمعدل انحدار في حدود (٤٠-١٤٠) م/كم، وهي ثاني منطقة ارتفاعاً حيث يتراوح ارتفاعها من (٨٠٠ إلى ٢٠٠٠) م فوق سطح البحر. وعليه فهي منطقة شبه رطبة يتراوح فيها معدل الأمطار بيـن (٣٠٠-٤٠٠) مم/سنوياً ويصل المتوسط العام لفترة حدوث التشـبع خـلال الدورة المائية السنوية نحو (٢,٥) شهر، مع معامل جريان سطحي عالٍ قد يصل إلى (٠,٠٥) وتربة هذه المنطقة بصورة عامة حجرية لجبال حادة الانحدار تتداخل مع تربة حصوية صحراوية تسمح بإقامة مدرجات زراعية .. ومن الناحية الهيدرولوجية فهذه المنطقة تعد منطقة منابع للأودية المتجهة غرباً إلى البحر الأحمر. والغطاء النباتي السائد فيها هو محصلة لنباتات ذات كثافة عالية التي قد تتواجد في المنطقة الأولى التي تسود فيها غابات العرعر، وتلك النباتات متوسطة الكثافة التي توجد في المنطقة الثانية التي تتميز بوجود نباتات (الأكاسيات)، مع تميزها بوجود مدرجات تسمح بالزراعات البعلية والتقليدية لأنواع النباتـات النجيلية المنزرعة مثـل الشـوفان *Avena sativa* والدخن *Sorghum* ونباتات برية مثل الشـوفان البري *Avena sterilis* والثميد *Thamede triandra* والصماء الغليظ *Aristida adscensionis*.

الخصائص المميزة في المنطقة النباتية المناخية الرابعة (KD4).

تمـثل المنطقة الرابعة هضبة عسير (KD4) أكبر المناطق مساحة (٣٧٠٠٠) كم[٢] وأقلها انحداراً من (٢-٤) م/كم وأكثر المناطق بعداً عن البحر بين (١٤٥-٣٥٠) كم، مع ظروف مناخية لأحواض شبه جافة بمعدل أمطار يقل دائماً عن ٢٠٠ مم/سنوياً وارتفاع ملحوظ في التبخر مع رطوبة نسبية قليلة لا تسمح بتشبع لرطوبة التربة لمدة قد لا تزيد عن شهر واحد خلال الدورة المائية السنوية ولها متوسط لمعامل جريان سطحي نحو (٠,٠١). وفي ظل هذه الظروف المناخية ومع تنوع واضح في التربة من جيرية إلى حصوية إلى فيضية وتداخل من البروزات الصخرية فإن التنوع في الغطاء النباتي وارد، وهو يتركز أساساً في نباتات بذرية ثنائية الفلقة من الأعشاب أو الشجيرات الشوكية التي من أبرزها نبات الأثل ذو الأوراق الحرشفية من العائلية الاثلية (الطرفوية) *Tamarix spp.* وكذلك النباتات البذرية مثل النخيل البري *Phoenix caespitosa* ونخيل البلح *Phoenix dactylifera* والعندب *Cyperus* والضريم *Teclea nobilis* التي تسمح بوجود بيئة مناسبة للمراعي. وفي كل الحالات فإن هذه المنطقة تشكل في مجملها غطاء نباتياً قليل الكثافة.

وهذه المناطق هي انعكاس للمناطق الأربعة التي تم إيضاحها في الفصل الخامس بناءً على ظروفها الهيدروبيدلوجية والمناخية والطبوغرافية التي سبق الإشارة إليها بمعنى أن المنطقة (KD1) هي نموذج ممثل لمنطقة التشبع الكامل لرطوبة التربة و(KD2) هي نموذج ممثل لمنطقة تشبع جزئي عال لرطوبة التربة و(KD3) هي نموذج ممثل لمنطقة تشبع جزئي متوسط لرطوبة التربة ومنطقة (KD4) هي نموذج ممثل لمنطقة تشبع جزئي محدود تماماً لرطوبة التربة.وبناءً على هذه المناطق الأربعة تواجدت الأنواع النباتية الملائمة لخصائص كل منطقة.

الخاتمة

قدمت هذه الدراسة بحثاً مناخياً تطبيقياً ارتكز بالأساس على تحليل عنصر الأمطار في المنطقة الجبلية بعسير التي تقع على تضاريس تفوق ارتفاعاتها (٨٠٠) م فوق مستوى سطح البحر وعلاقتها بالغطاء النباتي الطبيعي، وأظهرت الدراسة النتائج التالية :

١- الناحية الجيولوجية

* أدى التنوع الجيولوجي لصخور الدرع العربي من حيث البنية والتركيب إلى تنوع التضاريس بين سفحين متمايزين في الشرق والغرب.
* وجود أحواض تصريف مهمة على مساحة واسعة من المنطقة مع تنوع شبكات التصريف بين السفحين وتنوع تربتهما.
* أدى التجانس الصخري إلى تجانس ارتفاع التضاريس وتجانس أشكالها واتجاهاتها بين السفوح وفي بطون الأودية.

٢- الناحية المناخية

* تباين كمية الإشعاع الشمسي وعدد ساعات السطوع بين المحطات المناخية المدروسة على مستوى المعدلات الشهرية.
* قصور المعدلات الشهرية لساعات السطوع الشمسي في تفسير التغيرات المكانية لكمية الإشعاع الشمسي، كما تعكسه تباينات العلاقة بين عدد ساعات السطوع والإشعاع الشمسي.
* تقدير درجات الحرارة الشهرية ومعدلات الرطوبة النسبية في محطات قياس الأمطار اعتماداً على عاملي الارتفاع والبعد عن البحر.
* تعديل ثوابت معادلة ثورنثوايت واستخدامها في حساب معدلات التبخر/النتح الشهري في (٢٨) محطة لقياس الأمطار لا تحتوي على قياسات للتبخر/النتح.
* تعتبر منطقة الدراسة من أكثر المناطق انتظاماً في كميات الأمطار وأقلها تذبذباً.
* يعتبر الارتفاع عاملاً رئيساً في توزيع معدلات الأمطار السنوية الفعلية والمطلقة.
* هناك علاقة عكسية واضحة بين معدلات الأمطار ومصدر الرطوبة (المسافة عن البحر).
* تتماثل معدلات الأمطار الفعلية والمطلقة السنوية مع توزيع السنوات الجافة والمطيرة خلال الفترة المدروسة.

* تـــتأثر الأمطار السنوية والفصلية والشهرية للمعدلات المطلقة والفعلية من محطة لأخرى بعـــامل الارتفـــاع عـــن مستوى سطح البحر بالدرجة الأولى، يليه عامل البعد عن البحر وموقع المحطة في السفوح المعرضة للرطوبة.
* يســـود بالمـــنطقة أكـــثر مـــن فترة مطيرة يتصدرها فصل الربيع، وتخضع الأمطار فيه للاضطرابات الجوية الناشئة من العمل المشترك بين منخفض السودان مع منخفض البحر الأبيض المتوسط الشرقي.
* يعـــد فصـــلا الشتاء والصيف مواسم ثانوية للأمطار بعد فصل الربيع في معظم محطات المـــنطقة ســـواء بالنسبة لمعدلات الأمطار المطلقة أو الفعلية بالنظر لإسهامهما في المعدل السنوي بكل محطة.
* تخضـــع المـــنطقة في فصل الصيف لآليات التفاعل بين منخفضين حراريين رئيسيين هما مـــنخفض الهـــند الموسمي، ومنخفض السودان، فتتعرض للرياح الهوائية الجنوبية الغربية الرطـــبة الـــتي تؤدي إلى سقوط أمطار مهمة وغزيرة، ويلعب عامل ارتفاع السروات في تحقيق الآلية الإديباباتية لتصاعد الرياح الرطبة على السفوح المقابلة، وبالتالي تراكم الغيوم الـــتي تـــؤدي إلى حدوث تكرار العواصف الرعدية المؤدية لسقوط الأمطار بغزارة على المحطات التي تتمتع بمواقع ذات عروض جنوبية بالنسبة لمنطقة عسير ككل وفي السفوح المواجهة للرطوبة بالإضافة إلى عامل ارتفاع المحطة عن مستوى سطح البحر وقربها من البحر.
* يعتبر شهر أبريل الشـــهر المطير في السنة بمعظم محطات الدراسة وبمعـــدل مطلق يبلغ (٤٤,٤) مم، ما يعادل (٢٤,٢%) من معدلات الأمطار السنوية على مستوى المنطقة.
* يمـــثل شـــهر أغسطس شهراً مطيراً في فصل الصيف نظراً لزيادة توغل مسارات الرياح الجـــنوبية الغربية في المنطقة إذ يبلغ معدل أمطاره المطلقة (١٧,٤) مم ما يعادل (٩,٥%) من معدلات الأمطار السنوية على مستوى المنطقة.
* تـــم تلخيص التباينات المكانية والزمنية للعناصر المناخية في خرائط خطوط تساوي مقياس ١:٢٥٠٠٠٠.

٣- **بالنسبة للتوازن المائي**

* تـــم تحديـــد هيدرولوجية المنطقة وخواص أحواض التصريف الرئيسة حيث يشغل حوضا التصـــريف لوادي بيشة ووادي تثليث ثلثي مساحة المنطقة الجبلية بعسير ويتميزان بنظام جريان داخلي شبه متكامل.
* يظهـــر حـــوض تصـــريف وادي بيشة بنظام تصريف ذي نمط شجري متعدد الفروع من الدرجـــة الـــرابعة عـــلى خرائط (١:٢٥٠٠٠٠)، أما حوض تصريف وادي تثليث فيظهر

بنظام تصريف ذي نمط شجري معقد غير واضح بين الدرجة الثالثة والرابعة، حيث يتسم بدورة تعرية نشطة في الأودية غرب المجرى الرئيسي مقارنة بنظيرها في شرقه على خرائط (١:٢٥٠٠٠٠).

* أوضحت الدراسة الكمية لهيدرولوجية كلا الحوضين أن هناك تبايناً واضحاً في المساحة والشكل ومعدل الانحدار والكثافة، وأن حوض تصريف وادي بيشة ينظر إليه باعتباره نموذجاً هيدرولوجياً لنظام حوض تصريف ضعيف، أما حوض تصريف وادي تثليث فيعد نظاماً هيدرولوجياً ذا تصريف متدن.
* تم تقدير التوازن المائي في المنطقة وتحديد عناصر الإمداد وعناصر الفقد المائي السنوي.
* تتباين فترة الإمداد والفقد المائي من منطقة لأخرى على مستوى منطقة الدراسة مما كان له أثر واضح على تنوع الغطاء النباتي.

٤- **بالنسبة للتربة**

* تم تصنيف للتربة يوضح الخواص الطبيعية والمميزات المائية للوحدات الممثلة لها في المنطقة.
* تم إنجاز خريطة تفصيلية لوحدات التربة الأساسية في المنطقة بغرض معرفة التنوع المكاني للغلاف النباتي الطبيعي ومدى كثافته، ومن ثم تحديد إطار المناطق النباتية المناخية في المنطقة وأوضحت الخريطة أن تربة المنطقة تتدرج تحت نوعين من الرتب هما التربة الكلسية الجافة والتربة الحصوية والفيضية والرملية حديثة التكوين.
* أمكن تحديد أسلوب تغذية المياه المترسبة في التربة وباطن الأرض من خلال معرفة العلاقة بين معدلات الأمطار الفعلية والتبخر/النتح خلال دورة مائية كاملة، وأمكن تحديد أربع مناطق مميزة في ظروفها الهيدروبيدلوجية على مستوى المنطقة، تعكس تبايناً واضحاً في معدل تشبعها لرطوبة التربة.

٥- **بالنسبة للغطاء النباتي**

* يتنوع الغطاء النباتي في المنطقة ويندرج في قسمين أساسيين هما:
- النباتات اللازهرية والوعائية.
- النباتات البذرية بنوعيها عاريات البذور وكاسيات البذور آحادية وثنائية الفلقة.

* يتأثر تنوع وتوزيع الغطاء النباتي الطبيعي بعدة عوامل مثل الخصائص الطبوغرافية والهيدرولوجية والبيدولوجية، بجانب العوامل المناخية (الأمطار).

* تـــم تحديـــد أربـــع مناطق نباتية مناخية مميزة بالنسبة للنوع والكثافة اعتماداً على العلاقة المكانيـــة بيـــن خرائط الأساس لكل من الخصائص الطبوغرافية والمناخية والهيدولوجية والبيدولوجية المؤثرة في الغطاء النباتي.
* تم إنجاز خريطة للمناطق النباتية المناخية اعتماداً على العناصر المذكورة سابقاً والتوصل إلى أربعـــة مســـميات لمـــناطق نباتية مناخية في المنطقة لكل منها خصائص ومواصفات مميزة هي :
  - ❖ المنطقة الأولى (KD1) منطقة السروات الجبلية (غابات العرعر).
  - ❖ المنطقة الثانية (KD2) منطقة مرتفعات عسير شبه الرطبة (الأكاسيات).
  - ❖ المنطقة الثالثة (KD3) منطقة الجرف الجبلي شبه الرطبة (النباتات المنزرعة).
  - ❖ المنطقة الرابعة (KD4) منطقة هضبة عسير شبه الجافة (الأثلية).
* تـــزداد كـــثافة الأشجار مع زيادة الارتفاع في المنطقة، كما تزداد سيادة مجموعة النباتات البذرية عاريات البذور ممثلة في أشجار العرعر. وحيث يتنوع الغطاء النباتي في المنطقة بســـبب التـــنوع الجيومورفولوجـــي بيـــن أسطح مستوية إلى حافات وجروف وانحدارات صخرية عميقة إلى أحواض تصريف وتلال صخرية منبسطة.
* ســـاعد الـــتكوين الجيولوجي والتنوع الصخري في المنطقة على وجود تباين للخصائص الطـــبيعية لكـــل نوع من أنواع الصخور، حيث أظهر التوزيع المكاني أن هناك العديد من الأنـــواع الشجرية والأعشاب تنمو وتزدهر في المناطق الصخرية شديدة الصلابة ومقاومة للـــتعرية حيث لجأت تلك الأنواع إلى الشقوق والفواصل الصخرية لمد جذورها باعتبارها موطناً جيداً للنمو لتوفر الرطوبة فيه.
* تمثل المنطقة النباتية المناخية الرابعة (الأثلية) أكبر المساحات النباتية تليها المنطقة النباتية المناخية الثانية (الأكاسيات) ثم المنطقة الثالثة (النباتات المنزرعة) وأخيراً المنطقة الرابعة (غابات العرعر) أصغرها مساحة.
* تم تحديد العائلات النباتية السائدة في المناطق النباتية المناخية الأربع على النحو التالي :
  - ❖ المـــنطقة الأولى تتسم بتنوع في التجمعات النباتية السائدة وتنتشر بها فصائل ممثلة للنـــباتات الـــبذرية عاريات البذور كالعائلة السروية يمثلها نبات العرعر المعروف بالمـــنطقة ولكـــنها تـــنفرد بوجود عائلتي ذيل الحصان والاسبلينيوم الممثلة للنباتات اللازهـــرية الوعائية، وكذلك وجود الأشنان للنباتات اللازهرية الثالوسية، بالإضافة إلى فصائل ممثلة للنباتات البذرية كاسيات البذور آحادية وثنائية الفلقة.

- ❖ المنطقة الثانية ينتشر فيها تجمعات نباتية تنتمي جميعها إلى النباتات البذرية من كاسيات البذور ثنائية الفلقة ومن أبرزها الأكاسيات وعاريات البذور مثل العلندى أو كاسيات البذور آحادية الفلقة مثل النخيل البري.
- ❖ المنطقة الثالثة يتواجد فيها تجمعات تنتمي جميعها إلى النباتات البذرية وأبرزها النباتات النجيلية التي تمثل نباتات بذرية كاسيات البذور آحادية الفلقة مثل النباتات البرية كالشوفان والثميد البري والصماء الغليظ، بالإضافة إلى النباتات المنزرعة على سفوح المدرجات مثل الشوفان والدخن المنزرع.
- ❖ المنطقة الرابعة تعد أقل المناطق النباتية المناخية كثافة وينتشر فيها التجمعات النباتية البذرية وجميعها من كاسيات البذور وأبرزها نبات الأثل، بالإضافة إلى النخيل بنوعيه والأعشاب النجيلية.

* تبين أن هناك علاقة واضحة بين الخصائص الطبيعية والمناخية للمناطق النباتية المناخية الأربع التي تم تحديدها في إطار المنطقة الجبلية بعسير مما كان له أثر على نوع النبات السائد ومدى كثافته وهذا جعل لكل منطقة مناخية نباتية خصائص مميزة تؤكد هذا الارتباط وتتفاعل معه.
* احتوت الدراسة على ٢٨ خريطة مليونية للجغرافيا الطبيعية بالمنطقة الجبلية بعسير

التوصيات

وبناءً على ما تقدم يمكن التوصية بما يلي :

١. ضرورة رصد القراءات اليومية لعناصر الطقس والمناخ، بالإضافة للقراءات الشهرية والسنوية.
٢. زيادة الاهتمام بعدد وكثافة المحطات المناخية للرصد الجوي بجانب محطات قياس الأمطار التابعة لوزارة الزراعة والمياه من حيث تكامل الرصد المنتظم للعناصر المناخية، والتوسع في إنشاء عدد آخر من المحطات يغطي مساحة المنطقة البالغة (٧٠،٠٠٠)كم٢ وفقاً للمعايير الدولية، حيث تغطي محطة الرصد المناخية الشاملة مساحة ٣٠٠كم٢ وعليه نوصي بإنشاء عدد من المحطات الكافية، ويمكن بناءً على الخرائط التي أعدت في الدراسة تحديد مواقع المحطات لإنشاء شبكة للرصد الجوي لتغطية كامل المساحة في المنطقة الجبلية بعسير.
٣. ضرورة رصد عنصر التبخر في محطات الرصد الجوي التابعة للرئاسة العامة للأرصاد الجوية وحماية البيئة تدعيماً لشبكة المحطات التابعة لوزارة الزراعة والمياه وإجراء المزيد من الدراسات التفصيلية لدرجة الحرارة كعنصر مناخي مهم في المنطقة وبغيرها

مــن مــناطق المـملكة لتأثيرها الكبير على عمليات التبخر وتباينه على المستوى المكاني والزمني.

٤. إجراء المزيد من الدراسات التفصيلية على التبخر في المنطقة وغيرها من مناطق المملكة بجـانب الأمطـار، إذ إن هذيــن العنصــرين من أهم عناصر التوازن المائي، حيث تعد الأمطار من أهم عناصر الإمداد في حين يكون التبخر من أهم عناصر الفقد المائي.

٥. توجيــه الباحثين إلى إجراء المزيد من الدراسات المناخية التفصيلية التي تهدف إلى تقسيم المنطقة إلى مناطق مناخية متجانسة على أساس الظروف الطبيعية والعوامل الجغرافية.

٦. توجيــه الباحــثين إلى الــتركيز فــي الدراسات المناخية التطبيقية على الفصول المطيرة للمناطق المدروسة بغية الوصول إلى أفضل النتائج.

٧. توجيــه الباحثين إلى الاستفادة من الطرق والأساليب الإحصائية المتطورة التي استخدمت في تقدير عنصر التبخر/النتح في مناطق أخرى بالمملكة.

٨. حاجــة المنطقة إلى مزيد من الدراسات النباتية لمعرفة التجمعات النباتية وخاصة الغابات الطبيعية الموجودة في المناطق المرتفعة الوعرة.

٩. الإكــثار مــن تشجير المناطق النباتية المناخية في المنطقة بأهم الأنواع الشجرية الملائمة لــلظروف الطــبيعية والجغــرافية بكل منطقة نباتية مناخية، وإعادة تشجير المناطق التي تدهورت فيها.

١٠. الإكــثار مــن إنشاء العقوم الترابية والحجرية في مناطق مجارى السيول لحماية المناطق النباتية من جريان السيول وجرف التربة.

١١. الاســتفادة مــن هذه الدراسة في إنتاج مشروع أطلس للجغرافيا الطبيعية بالمنطقة الجبلية بعسير للخرائط التالية :

مظاهــر السطح، التكوين الجيولوجي، الشبكة المائية وأحواض التصريف، وحدات التربة، نوعيــة النــباتات الطــبيعية، كــثافة النباتات الطبيعية، المناطق النباتية المناخية، معدلات الحــرارة الشهرية والسنوية، معدلات التبخر الشهرية والسنوية، معدلات الأمطار الشهرية والفصلية والسنوية.

١٢. أن تكــون هــذه الدراســة أساساً لمشاريع استثمارية بالمنطقة (السياحة البيئية، زراعة ، محميات طبيعية....الخ).

١٣. أن تسهم هذه الدراسة بقسط كبير في إعداد قاعدة معلومات جغرافية مناخية تطبيقية.

ولا يفـوت الباحثة أن تذكر أنها واجهت بعض المشاكل في إعداد هذه الدراسة وهي نقص السلسلة الزمنية في بعض البيانات المناخية وقلة عدد المحطات المناخية الخاصة بقياس العناصر المناخية ولكن تم التغلب عليها من خلال معالجة البيانات واستكمالها.

وفـي الختام ترجو الباحثة أن تكون هذه الدراسة قد حققت الأهداف المحددة لها وأن تسهم فـي إثـراء المعـرفة للدراسات المناخية التطبيقية في المنطقة الجبلية بعسير، وأن تكون نقطة لإطـلاق المـزيد مـن البحوث المستقبلية لمناطق أخرى من المملكة العربية السعودية في هذا المجال لاثراء الدراسات المناخية التطبيقية التي من شأنها الإسهام في زيادة الرقي والتطور لهذا الوطن العزيز على قلوب الجميع.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين، وصلي الله وسلم على أشرف الأنبياء والمرسلين.

أولاً : المراجع العربية

- أبــو العـــلا، محمـــود (١٩٧٦م)، "عســـير جنوب غربي المملكة العربية السعودية"، **معهد الـــبحوث والدراســـات العربية**، دراسات خاصة، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، القاهرة.
- أبوالعـــلا، محمـــود (١٩٧٩م)، **جغـــرافية شبه جزيرة العرب**، الجزء ١،٢ ، ط٤، الانجلو المصرية، القاهرة.
- أبوحســـن، عطـــا الله أحمـــد، وآخرون، (١٩٨٤م)، **الغابـــات الطبيعية في المملكة العربية السعودية**، المركز الوطني السعودي للعلوم والتكنولوجيا، الرياض.
- أبوراضـــي، فـــتحي عـــبدالعزيز،(١٩٨٣م)، **الأساليب الكمية في الجغرافيا** ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- أبـــو سعده، سعيد محمد،(١٩٨٣م)، "هيدرولوجية الأقاليم الجافة وشبه الجافة" **نشرة البحوث الجغرافية** الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- أبوعيـــاش، عـــبدالاله،(١٩٧٨م)، **الإحصـــاء والكمبيوتر في معالجة البيانات مع تطبيقات جغرافية**، وكالة المطبوعات، الكويت.
- أبوالعطـــا، فهمـــي هلالـــي،(١٩٩٤م)، **الطقس والمناخ دراسة في طبيعة الجو وجغرافية المناخ**، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- أبوالعيـــنين، حســـن ســـيد أحمد،١٩٨١م، **أصول الجغرافيا المناخية**، ط١، الدار الجامعية، بيروت.
- أبوالفـــتح، حسين علي،(١٩٩٦م)، **علم البيئة**، عمادة شئون المكتبات ، جامعة الملك سعود، الرياض.
- أحمـــد، بدرالديـــن يوســـف،(١٩٩١م)، "مشكلات التصنيفات المناخية حالة المملكة العربية الســـعودية"، **النـــدوة الجغرافية الرابعة لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية**، قسم الجغرافيا، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة أم القرى.
- أحمـــد، بدرالديـــن يوســـف،(١٩٩٣م)، "مـــناخ المملكة العربية السعودية"، **نشرة البحوث الجغرافية**، العدد ١٥٧، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت، .
- أحمد، زكي بدوي،(١٩٩٣م)، **معجم مصطلحات العلوم الاجتماعية**، مكتبة لبنان، بيروت.
- أغا، شاهر جمال،(٩٧٨م)، **علم المناخ والمياه**، الجزء١، المطبعة الجديدة، دمشق.
- أنيـــس، إبـــراهيم، وآخـــرون،(١٩٩٢م)، **المعجـــم الوسيط**، ج٢، ط٢، مجمع اللغة العربية بالقاهرة، دار المعارف، مصر.

- أهدلي، لؤي، (١٩٧٤م)، **علم المناخ والأرصاد الجوية**، المطبعة الجديدة، دمشق.
- الأيوبـــي، محمـــد زكي، (١٩٨٨م)، **القاموس الجغرافي الحديث**، ط١، دار العلم للملايين، بيروت.
- بـــادي، كمـــال حســـن، (١٩٩٧م)، "الغابات الطبيعية في المملكة العربية السعودية"، ط ٢، **وزارة الزراعة والمياه، إدارة المراعي والغابات، الرياض.**
- بحيـــري، صـــلاح الدين،(١٩٧٥م)، **جغرافية الصحاري العربية** ، غريب للطباعة والنشر، القاهرة.
- بـــندقجي، حســـين حمـــزه،(١٩٧٧م)، **جغـــرافية المملكة العربية السعودية، ط٢، الانجلو** المصرية، القاهرة.
- البنا، على،(١٩٧٠م)، **الجغرافية المناخية والنباتية**، دار النهضة العربية، بيروت.
- الـــتـــوم، مهدي أمين،(١٩٧٤م)، **مناخ السودان**، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، ومعهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة.
- التوم، مهدي أمين،(١٩٨٦م)، **مبادئ الجغرافيا المناخية**، ط١، دار جامعة الخرطوم للنشر، جامعة الخرطوم.
- جـــاد، طـــه محمد،(١٩٨٢م)، "الأمطار في الكويت"، الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمـــنطقة الخـــليج وشبه الجزيرة العربية، **مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية**، جامعة الكويت، م٢.
- جـــبير، عـــثمان ســـليمان،(١٩٩٣م)، "الأقـــاليم الحياتية في شبه الجزيرة العربية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية العلوم التطبيقية، جامعة الخليج العربي، البحرين.
- الجـــراش، محمد عبدالله،(١٩٨١م)، "العوامل المؤثرة في كمية الأمطار على غرب وجنوب غرب المملكة"، **مجلة كلية الآداب**، جامعة الملك سعود، م٨، العدد الثامن.
- الجـــراش، محمـــد عـــبدالله، (١٩٨٢م)، "العلاقـــة بين الأمطار والسيول في جنوب غرب المملكة"، **مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية**، جامعة الملك عبدالعزيز،م٢.
- الجراش، محمد عبدالله،(١٩٨٣م)، "نماذج لتقدير المتوسط السنوي لكمية الأمطار في غرب المملكة"، **مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية**، جامعة الملك عبدالعزيز، م٣.
- الجـــراش، محمد عبدالله، (١٩٨٤م)، "التقسيمات المناخية للمملكة، تطبيق لتحليل المركبات الأساسية"، **مجلة كلية الآداب والعلوم الإنســـانية**، جامعة الملك عبدالعزيز، م ٤.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٨٨م)، "الميزان المائي المناخي في المملكة العربية السعودية"، **مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية**، جامعة الملك عبدالعزيز، م٢.

- الجـــراش، محمـــد عبدالله،(١٩٨٩م)، "النطاقات الجغرافية لدرجتي الحرارة القصوى والدنيا في المملكة العربية السعودية : تطبيق للتحليل التجميعي، طريقة وورد التباين الأدنى"، **مجلة كلية الآداب والعلوم الإنسانية**، جامعة الملك عبدالعزيز، م٢.
- الجـــراش، محمـــد عبدالله، (١٩٩١م)، "نماذج لتقدير متوسطات درجة الحرارة الشهرية في الممـــلكة العـــربية الســـــعودية : تطـــبيق لتحليل العلاقة الاعتمادية المتدرجة"، **مجلة كلية الآداب**، جامعة الملك سعود، م٣.
- الجراش، محمد عبدالله، (١٩٩٢م)، "الأقاليم المناخية في المملكة العربية السعودية"، **الجمعية الجغرافية الســـــعودية**، جامعة الملك سعود، العدد ١٣.
- الجـــراش، محمـــد عـــبدالله، (١٩٩٢م)، "أنموذج لتقدير المتوسط الشهري لكمية التبخر في الممـــلكة العـــربية الســـــعودية"، **مجـــلة كـــلـــية الآداب والعلوم الإنسانية**، جامعة الملك عبدالعزيز، م٥.
- الجوهري، يسري،(١٩٨٧م)، **الجغرافيا المناخية**، مؤسسة شباب الجامعة، الإسكندرية.
- جـــوده، حســـنين جـــوده، (١٩٨٠م)، **الجغرافية الطبيعية للصحاري العربية**، دار النهضة العربية، بيروت.
- جـــوده، حســـنين جوده، (١٩٨٥م)، **الجغرافية الطبيعية للزمن الرابع والعصر المطير في الصحاري الإسلامية**، ط٢، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.
- حـــبيب، بدريـــة محمد، (١٩٨٩م)، "القيمة الفعلية لمياه الأمطار في غرب المملكة"، رسالة ماجستير غير منشورة كلية التربية، الرئاسة العامة لتعليم البنات، جدة
- حسن، مصطفي حسن، (١٩٩٨م)، "جنس العرعر والأشجار المرافقة له"، **الوضيحي**، السنة ٢، العدد ٥، أبريل.
- حســـن، مصـــطفي حســـن، (١٩٩٨م)، "نباتات زهرية تتطفل على نباتات زهرية أخرى"، **الوضيحي**، السنة٢، العدد٧، سبتمبر.
- حسن، مصطفي حسن،(١٩٩٩م)، "المجموعة النباتية الفطرية في المملكة العربية السعودية"، **الوضيحي**، السنة٣، العدد٩، يناير.
- حسن، مصطفي حسن،(١٩٩٩م)، "الطلحيات"، **الوضيحي**، السنة٣، العدد١١، سبتمبر.
- حسن، مصطفي حسن، (١٩٩٩م)، "النخيليات"، **الوضيحي**، السنة٣، العدد١٢، ديسمبر.
- الحـــلاب، محمـــود عبدالعزيز،(١٩٩٨م)، "الآراك غني بالمواد المطهرة والقاتلة للجراثيم"، **الوضيحي**، السنة٢، العدد ٦ يونيو.
- الحـــلاب، محمـــود عـــبدالعزيز،(١٩٩٨م)،"اللصف أو الشفلح"، **الوضيحي**،السنة٢،العدد٨، ديسمبر .

- الحـــلاب، محمـــود عـــبدالعزيز،(١٩٩٩م)، "شجرة السدر"، **الوضيحي**، السنة٣، العدد١٠ ،أبريل.
- الحـــلاب، محمـــود عـــبدالعزيز، (٢٠٠٠م)، "نبات الشيح"، **الوضيحي**، السنة٤، العدد١٤، يونيو .
- حيـــدر، أحمـــد محمـــد،(١٤٠٤هـــ)، "الجغرافيا الزراعية لمنطقة عسير الجبلية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- حيدر، أحمد محمد،(١٩٨٧م)، **الجغرافيا الزراعية لمنطقة عسير**، النادي الأدبي، أبها.
- الخطيب، عبدالباسط، (١٩٨٠م)،**سبع سنابل خضر**، ط٢، وزارة الزراعة والمياه، الرياض.
- خير، صفوح،(١٩٩٠م)، **البحث الجغرافي مناهجه وأساليبه**، دار المريخ، الرياض.
- الدعـــلوج، عـــلى ابـــراهيم،(١٩٨٢م)، "النظام المطري المتكرر في وسط المملكة العربية الســـعودية"، الـــندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، **مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية**، جامعة الكويت،م٢.
- الدوسري، حميد مبارك، (٢٠٠٠م)، "الحمض"، **الوضيحي**، السنة٤، العدد١٣، أبريل.
- الرويـــثي، محمـــد أحمد،(١٩٩٦م)، **الشخصية الجغرافية للمملكة العربية السعودية**، ط١، مكتبة التوبة، المدينة المنورة.
- الـــزغت، معين فهد. عقباوي، كمال عبدالله (١٩٨٦م)، "الأقاليم الحياتية في المملكة العربية الســـعودية"، الـــندوة التاســـعة للنواحي البيولوجية، **الجمعية السعودية لعلوم الحياة**، وزارة الزراعة والمياه، الرياض.
- سطيحه، محمد محمد،(١٩٧٢م)، **خرائط التوزيعات الجغرافية**، دار النهضة العربية ، بيروت.
- ســـفاف، أدهـــم، (١٩٧٣م)، **المـــناخ والأرصاد الجوية**، ط١، كلية الزراعة، مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة حلب.
- سقا، عبدالحفيظ محمد،(١٩٩٨م)، **الجغرافيا الطبيعية للمملكة العربية السعودية**، ط٢ ، دار الخريجي، الرياض.
- الســـلطان، عبدالغـــني جميل،(١٩٨٥م)، **الجو وعناصره وتقلباته**، وزارة الثقافة والإعلام، الجمهورية العراقية.
- الســـيد رجـــب، عمر الفاروق،(١٩٧٨م)، **دراسات في جغرافية المملكة العربية السعودية**، دار الشروق، جدة.

- السيد، عبدالملك قسم،(١٩٩٤م)، "تطبيق نموذج ماركوف لاحتمالات حدوث الفترات الممطرة والجافة بمحطتي ملاكي وقاع بني مالك بجنوب غربي المملكة العربية السعودية"، **الندوة الجغرافية الخامسة لأقسام الجغرافيا**، جامعة الملك سعود.
- الشريف، عبدالرحمن صادق،(١٩٧٣م)، "الأحوال المناخية في مدينة الرياض"، **مجلة كلية الآداب**، جامعة الملك سعود، م٣،السنة الثالثة.
- الشريف، عبدالرحمن صادق،(١٩٧٦م)، "مناخ اقليم جنوب غرب المملكة"، **مجلة الداره**، السنة الثانية، العدد الأول، الرياض.
- الشريف، عبدالرحمن صادق،(١٩٨٤م)، **جغرافية المملكة العربية السعودية**، الجزء١،٢، ط، دار المريخ، الرياض.
- شرف، عبدالعزيز طريح،(١٩٧٨م)، **الجغرافية المناخية والنباتية**، دار الجامعات المصرية الإسكندرية.
- شرف، عبدالعزيز طريح،(١٩٨٠م)، **مناخ الكويت**، مؤسسة الثقافة الجامعية، الإسكندرية.
- شرف، عبدالعزيز طريح،(١٩٨٥م)، "مناخ أواخر البليستوسين والتغيرات التي طرأت عليه خلال العهود التالية حتى أواخر القرن١٩م"، **الكتاب الجغرافي السنوي**، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود ، السنة الأولى، العدد الأول، الرياض.
- شحادة، نعمان،(١٩٨٢م)، "الأمطار في دولة الإمارات العربية المتحدة"، الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، **مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية**، جامعة الكويت، الكويت، م٢.
- شحاده، نعمان،(١٩٨٣م)، **علم المناخ العملي**، ط٢، الدور النموذجية، الأردن.
- شحاده، نعمان،(١٩٨٣م)، **علم المناخ**، الدور النموذجية، الأردن.
- شحادة، نعمان،(١٩٨٦م)، "فصلية الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وآسيا العربية"، **الجمعية الجغرافية الكويتية**، جامعة الكويت، العدد ٨٩.
- الشلش، على حسين،(١٣٩٩هـ)، "علم المناخ"، **مجلة كلية الآداب** جامعة البصرة، السنة الثانيةعشرة، العدد ١٤.
- الشلش، على حسين،(١٩٧٦م)، "القيمة الفعلية للأمطار"، **كلية الآداب**، جامعة البصرة، السنة التاسعة، العدد الأول.
- الشلس، على حسين، (١٩٨١م)، **الأقاليم المناخية**، كلية الآداب، جامعة البصرة، العراق.
- الشلش، علي حسين وآخرون،(١٩٨٢م)، **الجغرافيا الحياتية**، كلية الآداب، جامعة البصرة ، العراق.

- الصـــالح، ناصـــر عبداللّه وآخـــرون،(١٩٧٩م)، **الجغرافية الكمية والإحصائية**، جدة، دار الفنون للطباعة والنشر، جدة.
- الصـــالح، محمـــد عبداللّه،(١٩٩٤م)، "التحليل التكراري لكميات الأمطار في منطقة القويعية بالمملكة العربية السعودية"، **الجمعية الجغرافية السعودية**، جامعة الملك سعود، العدد ١٧.
- الطاهـــر، عـــبداللّه أحمـــد،(١٩٩٦م)، "تقدير التبخر الشهري في المملكة العربية السعودية"، **مجلة كلية الآداب**، جامعة الملك سعود.
- عبدالقادر، حلمي،(١٩٧٩م)، **الجغرافيا الحيوية**، ط١، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.
- عبدالمقصـــود، زين الدين،(١٩٨٤م)، **أسس الجغرافيا الحيوية**، ط٢، دار البحوث العلمية، الكويت.
- عـــبدالعزيز، محمـــود حسان،(١٩٨٢م)، **أساسيات الهيدرولوجيا**، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- عـــبداللّه، ياوز،(١٩٨٠م)، **أسس تنمية الغابات**، ط١، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
- عبداللّه، ياووز وآخرون،(١٩٩٠م)، **الغابات والتشجير**، جامعة الموصل، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، العراق.
- العباد، هدى عبداللّه،(١٩٩٣م)، "مناخ شمال المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، الرئاسة العامة لتعليم البنات، الرياض.
- عزيـــز، مكي محمد،(١٩٧٢م)، "الأمطار في المملكة العربية السعودية"، **مجلة كلية الآداب**، جامعة الملك سعود، السنة الثانية، م٢.
- عـــلي، صالح الزهراني،(١٩٧١م)، **المعجم الجغرافي للبلاد السعودية**، الجزء٢، بلاد غامد وزهران، منشورات دار اليمامة، الرياض.
- العـــودات، محمـــد عبدو وآخرون،(١٩٦٩م)، **علم البيئة النباتية**، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود ، الرياض.
- العـــودات، محمـــد عـــبدو وآخرون،(١٩٨٥م)، **الجغرافيا النباتية**، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، الرياض.
- العـــودات، محمـــد عـــبدو وآخـــرون،(١٩٨٩م)، **أطلس الرسومات النباتية**، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود، ، الرياض.
- عـــواري، إبتســـام حسن عبدالرحمن،(١٩٩٧م)، "النباتات الطبيعية في جنوب غرب المملكة العـــربية الســـعودية والمحميـــات الطبيعية الممثلة لها"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية التربية الرئاسة العامة لتعليم البنات، جدة.

- غزيز، خديجة أحمد،(١٩٩٣م)، "السمات التوزيعية لكميات الأمطار ومدى تغيراتها في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- الغامدي، سعيد أحمد،(١٩٧٢م)، "تقرير عن الغابات بمنطقة جيزان واحتياجات تطورها"، **وزارة الزراعة والمياه**، قسم الغابات، الرياض.
- الغشيان، هيفاء عبدالله،(١٩٩٠م)، "التبخر والميزانية المائية في المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- فايد، يوسف عبدالمجيد،(١٩٧١م)، **جغرافية المناخ والنبات**، دار النهضة العربية، بيروت.
- الفرحان، أحمد بن حمد، وآخرون، (١٩٩٩م)، **تصنيف النبات والتقسيم الإحيائي**، النشر العلمي والمطابع، جامعة الملك سعود.
- الفندي، محمد جمال الدين،(١٩٧٧م)، **الطبيعة الجوية**، ط٢، مكتبة الفلاح، الكويت.
- الفندي، محمد جمال الدين،(١٩٨٥م)، **الأرصاد الجوية**، ط٢، مكتبة الفلاح، الكويت.
- الفيروز، أبادي، مجدالدين محمد،(١٩٨٧م)، **القاموس المحيط**، ط٢، مؤسسة الرسالة، بيروت.
- قدح، فريدة محمد،(١٩٩٤م)، **الغطاء النباتي الطبيعي في الإقليم الجنوبي الغربي**، ط١، النادي الأدبي، أبها.
- قربه، جهاد محمد،(١٩٨٣م)، "العمل المشترك ونتائجه لمنخفض المتوسط الشرقي ومنخفض السودان على جنوب المملكة العربية السعودية"، المؤتمر السادس للنواحي البيولوجية، **الجمعية السعودية لعلوم الحياة**، كلية العلوم، جامعة الملك عبدالعزيز.
- كربل، عبدالاله رزوقي،(١٩٧٢م)، "أسس تحديد المناخ الجاف"، **مجلة كلية الآداب**، جامعة البصرة، السنة ٥، العدد ٧.
- كربل، عبدالاله رزوقي، ولي ماجد السيد،(١٩٨٦م)، **علم الطقس والمناخ**، كلية الآداب، جامعة البصرة، العراق.
- كلية الزراعة، قسم الإنتاج النباتي، **تقرير سير العمل في مشروع تقييم الصفات التكنولوجية واستعمال الغابات في جنوب غرب المملكة العربية السعودية**، رقم ١ت/٢/ ٠٠١، ص١٣
- الكليب، عبدالملك على،(١٩٨٢م)، "الأمطار في شبه الجزيرة العربية" الندوة الأولى لمستقبل الموارد المائية بمنطقة الخليج وشبه الجزيرة العربية، **مجلة دراسات الخليج والجزيرة العربية**، جامعة الكويت، الكويت، م٢.
- الكليب، عبدالملك علي،(١٩٩٠م)، **مناخ الخليج العربي**، ط١، الكويت، ذات السلاسل.

- الكليب، عبدالملك علي،(١٩٩٢م)، **الطقس والمناخ في دولة الكويت**، الكويت.
- ليـــبولد. ب لونا ترجمة رياض حامد الدباغ وآخرون،(١٩٧٧م)، **الماء هو الأساس**، جامعة الموصل، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، العراق.
- مجـــاهد، أحمـــد محمـــد، وآخرون،(١٩٩٢م)، **النباتات الوعائية غير البذرية**، ط٢، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود ، الرياض.
- مجاهد، أحمد محمد، وآخرون،(١٩٩٥م)، **علم البيئة النباتية**، ط٢، عمادة شؤون المكتبات، جامعة الملك سعود ، الرياض.
- محمدين، محمد محمود. حسن، عبدالعزيز أحمد،(١٩٨١م)، **الأقاليم الجافة دراسة جغرافية في السمات والأنماط**، ط١، دار العلوم، الرياض.
- مشرف، محمد عبدالغني. إدريس، الطاهرعثمان،(١٩٩٨م)، **قاموس مصطلحات الرسوبيات المصور**، قسم الجيولوجيا، كلية العلوم، جامعة الملك سعود.
- مصـــلح، معيـــض ســـالم،(١٩٩٣م)، "خصـــائص التبخر في جنوب غرب المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود.
- المغامس، عبدالله عبدالعزيز ،(١٩٨٩م)، "التقسيمات الاقليمية لخصائص الأمطار في جنوب غـــرب المملكة"، دراسة في الجغرافية المناخية رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- مـــلر، أوستن،(١٩٨٥م)، **علم المناخ**، تعريب محمد متولي وابراهيم رزقانه، ط٢، القاهرة، مكتبة الأنجلو المصرية.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية،(١٩٧٧م)، **المناخ الزراعي في الوطن العربي السعودية**، الخرطوم.
- الموصـــلي، عمـــادالدين،(١٩٩٩م)، "تصـــنيف تـــرب المملكة العربية السعودية ودوره في جغـــرافـــيا البيئية التطبيقية بالمملكة"، **الندوة الجغرافية السادسة**، لأقسام الجغرافيا بالمملكة العربية السعودية.
- المولـــد، فـــرج مـــبارك جمعان،(١٩٨٣م)، "مناخ غرب المملكة العربية السعودية"، رسالة ماجستير غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الملك سعود، الرياض.
- موســـى، عـــلى حسن،(١٩٨٣م)، **الوجيز في المناخ التطبيقي**، دار الفكر للطباعة والنشر، دمشق.
- موسى، على حسن،(١٩٨٦م)، **التغيرات المناخية**، دار الفكر للطباعة والنشر، دمشق.
- موسى، على حسن،(١٩٨٦م)، **الرصد والتنبؤ الجوي**، دار دمشق للطباعة والنشر، دمشق.

- موسى، على حسن،(١٩٨٦م)، **المعجم الجغرافي المناخي**، ط١، دار الفكر للطباعة والنشر، دمشق.
- موسى، على حسن،(١٩٨٩م)، **مناخات العالم**، دار الفكر للطباعة والنشر، دمشق.
- موسى، علي حسن،(١٩٩٠م)، **المناخ والأرصاد الجوية**، مطبعة الاتحاد، دمشق.
- موسى، علي حسن،(١٩٩١م)، **المناخ الأصغري**، ط١، دار دمشق للطباعة والنشر والتوزيع، دمشق.
- النافع، عبداللطيف حمود،(١٩٩٨م)، "الأقاليم الجغرافية النباتية في شبه الجزيرة العربية"، **نشرة البحوث الجغرافية**، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- النافع، عبداللطيف حمود،(٢٠٠٠م)، "النباتات المحتطبة في المملكة العربية السعودية"، **نشرة البحوث الجغرافية**، الجمعية الجغرافية الكويتية، الكويت.
- نوري، مصطفى عثمان،(١٩٨٣م)، **الماء ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية**، ط١، مطبوعات تهامة، جدة.
- وزارة الزراعة والمياه،(١٩٩٤م)، "جهود وزارة الزراعة والمياه في تنمية الغطاء النباتي الطبيعي"، **إدارة المراعي والغابات**، الرياض.
- وزارة الزراعة والمياه،(١٤٢٠هـ)، استراتيجية وخطة عمل وطنية للغابات، الرياض.
- وزارة التخطيط،(١٤٢٠-١٤٢٥هـ)، "خطة التنمية السابعة"، الرياض.
- والطون، كنيث،(١٣٩٩هـ)، ترجمة على عبدالوهاب شاهين، **الأراضي الجافة**، منشأة المعارف، الإسكندرية.
- الوليعي، عبدالله ناصر،(١٩٨٨م)، "تغيرات المناخ في المناطق الجافة : دراسة حالة المملكة العربية السعودية"، **الكتاب الجغرافي السنوي**، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود، العدد ٤.
- الوليعي، عبدالله بن ناصر،(١٩٩٧م)، **جيولوجية وجيومورفولوجية المملكة العربية السعودية**، ط٢، مؤسسة الممتاز للطباعة والتجليد، الرياض.
- الوليعي، عبدالله بن ناصر،(١٩٩٧م)، **الجغرافية الحيوية للمملكة العربية السعودية**، القسم الثاني، ط٢، مؤسسة الممتاز للطباعة والتجليد، الرياض.
- يوسف، توني،(١٩٦٤م)، **معجم المصطلحات الجغرافية**، دار الفكر العربي، القاهرة.
- يوسف، عبدالعزيز عبدالله،(١٩٨٨م)، "المؤثرات البيئية وأثرها في إحداث التقلبات المناخية"، **الكتاب الجغرافي السنوي**، كلية العلوم الاجتماعية، جامعة الإمام محمد بن سعود، العدد ٤.

ثانياً : الأطالس والخرائط

١. إدارة استثمار الأراضي، (١٩٩٤م)، **أطلس الموارد الأرضية**، الخريطة العامة للتربة، وزارة الزراعة والمياه.

٢. إدارة المساحة العسكرية، (١٤٠٧هـ) **الخريطة الطبيعية للمملكة العربية السعودية**، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠ وزارة الدفاع والطيران والمفتشية العامة.

٣. إدارة المساحة الجوية، لوحات NE38-SW (جيزان) 1405هـ، NE38-NW (أبها) 1404هـ، NE37-NE (القنفذة) 1404هـ، NF37-SE (مكة المكرمة) 1411هـ، NE37-SE (جزر فرسان) 1405هـ، NF38-SW (بيشه) 1411هـ، مقياس ١ : ٥٠٠٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية

٤. إدارة المساحة الجوية، (١٩٩٩م)، **الخرائط الطبوغرافية**، اللوحات NE37-4 / NE38-1 / NE38-2 / NE38-5 / NE38-6 / NF38-13، مقياس ١: ٢٥٠٠٠٠، وزارة البترول والثروة المعدنية.

٥. بندقجي، حسين حمزة،(١٩٧٧م)، **أطلس المملكة العربية السعودية**، الأنجلو المصرية ، القاهرة.

٦. بندقجي، حسين حمزة، (١٩٨٤م)، الخريطة الجغرافية للمملكة العربية السعودية، **كلية الآداب**، جامعة الملك عبدالعزيز، جدة.

٧. فارسي، زكي محمد علي،(١٩٩٥م)، الخريطة الجغرافية للمملكة العربية السعودية، **جريدة الجزيرة**، العدد ٨٣٩٥.

٨. قسم الجغرافيا، (١٩٧٣م)، أطلس أمطار المملكة العربية السعودية، **كلية الآداب**، جامعة الملك سعود.

٩. قسم الهيدرولوجيا، خريطة المملكة الهيدرولوجية، **وزارة الزراعة والمياه**، د.ت.

١٠. قسم الهيدرولوجيا، (١٩٨٤م)، أطلس المياه في المملكة العربية السعودية، **وزارة الزراعة والمياه**.

١١. قسم الهيدرولوجيا، (١٩٨٨م)، أطلس المناخ في المملكة العربية السعودية، **وزارة الزراعة والمياه**.

١٢. وزارة الزراعة والمياه، (١٩٨٦م)، أطلس التربة، اللوحات ١٦٧ – ١٧٧ – ١٧٨ – ١٧٩ – ١٨٥ – ١٨٧ – ١٨٨ – ١٨٩ – ١٩٤ – ١٩٥ – ١٩٦ – ١٩٧ – ١٩٨ – ٢٠٢ – ٢٠٣ – ٢٠٤ مقياس ١:٢٥٠٠٠٠.

ثالثاً : المراجع الأجنبية

- AL-blehed, A. S., (1975), "A contribution To The Climate Studies on Saudi Arabia", Master's Degree Research to the Geography Dept, University of Durham, U.S.A.
- AL-Ehaideb,A.S., (1985), "Precipitation Distribution in The South West of Saudi Arabia", PhD Degree Research to the Geography Dept, Arizona State University, U.S.A .
- Abul Fatih, H. A., (1979), "Vegetation of Higher Elevations of Asir, Saudi Arabia", 3th Conference on the Biological Aspects of Saudi Arabia, Univ of King Faisal Al-Ahsa.
- Abul Fatih, H. A., (1981), "Plant Ecology of Dalaghan National Park, Asir Province, Saudi Arabia" 5th Conference on the Biological Aspects of Saudi Arabia, Coll of Educ, King Saud Univ. Abha.
- Abul Fatih,H.A.,(1981),"Wild Plants of Abha and its Surroundings", 5th Conference on the Biological Aspects of Saudi Arabia, Coll of Educ, King Saud Univ Abha .
- Al-Gurashi, M.D., (1981), "Synoptic Climatology of Rain Fall in The South West Region of Saudi Arabia", Master's Degree Research, Dept of Geography, Western Michigan, Kalomazoo,U.S.A.
- AL-Shaikh, Abdull Mohsen, A., (1985), "Rain Fall Frequency Studies For Saudi Arabia", Master's Degree Research Civil Engineering, College of Engineering King Saud, Univ Riyadh.
- Andrew, Goudie, and John Wilkinsson., (1977), **The Warm Desert Environment**, Univ, Combridge.
- A. Henderson, Sellers., and P. J. Robinson., (1986), **Contemporary Climatology**, 1Ed, Longman Scientific and Technical, New York.
- AL-blehed, A. S., (1979), "Nature and Socioeconomic Implication of Rain Fall Variability in Saudi Arabia" J, Coll Arts, Univ Riyadh, Vol. 6.
- Al-blehed, A.S., (1985), "Some Characteristics of Precipitation in The High Land of Asir Saudi Arabia", J. Coll Arst, King Saud University, Vol.12.
- Al-blehed, A. S., (1986), "Rainfall Distribution and Variability in Saudi Arabia", J.Coll Arst, King Saud University,Vol.13.
- AL-Farhan, Ahmed, H., (1997), "Endangered Plants in Saudi Arabia", Species in formation, The National Commission for Wildlife Conservation and Development.

- Al-Yamani, Mahmoud, S. and Zekai, Sen., (1993), "Regional Variations of Monthly Rain Fall Amounts in The Kingdom of Saudi Arabia", J.K.Au: Earth Sci, Vol.6 Jeddah.
- Boyce, R. & Clark, W. A., (1964), "The concept of shape in Geography" Geog. Rev. Vol. 54.
- Brooks, C.E.P., (1953), **Hand Book of Statistical Methods in Meteorology**, London.
- Critchfield, Howard, J., (1987), **General Climatology**, New Delhi.
- Chang, J. H., (1977), **Climate and Agriculture, An Ecological Survey**, 4Ed, Aldin Publishing, , Chicago.
- Conrad, V., and Pollak, L. W., (1950), **Methods in Climatology**, Harvard Univ Press,U.S.A.
- Choudary, Shaukat, Ali., & Al-Jawid, Abdul Aziz Abbas., (1999), **Vegetation of the Kingdom of Saudi Arabia**, The Manistry of Agriculture and Water, Riyadh.
- Choudary, Shaukat, Ali., (2000), **Flora of the Kingdom of Saudi Arabia, Illustrated**, Vol. II, Part 3, National Agriculture and Water Research Center-Riyadh.
- Davis S. N., & De wiest R.J.M., (1988), **Hydrogeology**,2 Ed., John Willey & Sons Inc, NewYork.
- De wiest R.J.M., (1985), **Geohydrology**, 2 Ed, John Willey & Sons Inc. NewYork.
- EL-Sayed, Hassan., Enani, Kamal., (1979), "Some Characteristics of The Rain Fall in Jeddah The Climate of Saudi Arabia", Local Climate Publication No. 1 Jeddah.
- EL-Sayed, Hassan., (1981), "On The Rain Fall of South Western Saudi Arabia", 5th Annual Meeting, Saudi Biogical Society, Coll Educ, King Saud Univ. Abha.
- F. J. Monkhouse., and John, Small., (1983), **A Dictionary of Geography and the Natural Enviroment**, 2 Ed, Librairie du Liban.
- Gregory, S., (1977), **Statistical Method and The Geographer**, London.
- Griffiths, Jhon., (1966), **Applied Climatology**, Oxford, Unive Press.
- Glover, and Others., (1954), "Asimple Method for Assessing" the Reliability of Rain fall J. of AGR. SC1. Vol. 43.
- Joint Agricultural, Research and Development., Ministry of Agri and Water, K.S.A.
- J. Kingston., (1991), **Illustrated Dictionary of Geography**, 1 Ed, Librairie du Liban.

- Ken, Yoshikawa, Fukuja, Yamamoto., (1994), "Ecological Studies on the "DIE-Back" Phenomenon of Juniper Forests in the Mountainous Areas of Asir, Saudi Arabia", Report to the NCWCD.
- Ken, Yoshikawa, Fukuja, Yamamoto., and Tarik M. AL-Abbasi., (1996), "The Second Report for Ecological Investigations of Juniperus Procera in Asir Region" NCWCD.
- lecaarprntier, C., (1975), L'evapotranspiration potentielle et ses implications geographiques, annales De Geographie, No. 464, LXXXIV^e annee-Juillet-Aout.
- Mather,John.,(1974**),ClimatologyFundamentalsand pplications**, McGraw Hill Book Company, Londen.
- Marija, J. Norusis., (1990), "SPSS/PC + Satistics" SPSS Inc.,
- Migahid, A. M., (1978), **Flora of Saudi Arabia**, Vol. 1, Dictyledons, 2 Ed, Riyadh Univ press, Riyadh.
- Migahid, A. M., (1978), **Flora of Saudi Arabia**, Vol. II, Monocotyledons, 2 Ed, Riyadh Univ press, Riyadh.
- Miller, A. G., and Cope, T. A., (1996), "Flora of the Arabian Peninsula and Socotra" Vol. 1. Edinburgh University Press in association with Royal Botanic Garden Edinburgh, Toyal Botanic Gardens, KEW.
- Mander, Raikes, and Marshall., (1976), "Point Rain Fall Characteristics of Saudi Arabia", Proc, In, Stn Civ. Engrs, Part 2, United Kingdom.
- Manning, H.L., (1956), "The Statistical Assessment of Rain Fall Probability and Lts Application to Uganda Agriculture", Proc. Roy. Sos B, 144 .
- Mather, John., R., (1977), "Work Book in Applical Climatology", V,xxx.
- National Wildlife Research Center, (N.W.R.C), "Research Report Study of Vegetation Recovery After Protection from Grazing", Taif, Saudi Arabia.
- Ott Lyman, Mendhall, W., J., (1990), "Understanding Statistics", 5 Ed, PWS-Kent, Boston.
- Raudkivi J.A., & Callander A. R., (1975), **Analysis of growd water flow** Unwin Brothers Ltd. Londo.
- Remenier As. G., (1972), **L'hydrologie deligenieur**, 3 Ed, Eyrolles, Paris.
- Roger, G, Barry, richard., J. Chorley., (1992), **Atmosphere Weather and Climate**, 6 Ed, Routledge, London and New York.
- Sabbage, M. K., (1982), "on The Climate of Saudi Arabia" Bull. Fac, Sci K. A.U. Vol. 6 Jeddah.

- Siraj, Ahmad, A., (1984), "Climate of Saudi Arabia", Fauna of Saudi Arabia.
- Siraj, Ahmad, A., (1980), "Aziab weather", General Directorate of Meteorology, Jeddah, Saudi Arabia.
- Sheila, Collenetle., (1985), **An Illustrated Guide to the flowers of Saudi Arabia**, Publication,No.1 Meteorology and Environmental Protection Administration. King of Saudi Arabia.
- Shunji, Usui, Jica Expert and Tarik, AL-Abbasi., NCWCD, (1995) "The Current Status and 3-Year Plan of the Raydah Special Natural Reserve, the Kingdom of Saudi Arabia".
- Takao, Kikuchi, Jica Expert., (1995), "Current Ecological Status of the Raydah Special Nature Reserve, the Kingdom of Saudi Arabia", A Report to the National Commission for Wildlife Conservation and Development.
- Thornthwaite, C. W., (1948), "Anapproach towards ȧrational Classification and climate", Geographical review, Vol.38.
- Todd, D,K., (1990), **Ground water Hydrology**, Ed.3, John willey, & Sons Inc. NewYork.
- Thornthwaite, C. W., and J. R. Mathes., (1955), "The warter budget and its use in irrigation in water yearbook of agriculture".
- Vesey-Fitzgerald,Desmond,Foster.,(1999),**Studies on: Phytogeography of the Arabian Peninsula**, Translation and Comments by: Al-Nafie, Abdulatif H., No.6 Geographical Studies Research Papers in Geography, King Saud University-Riyadh.
- Wallen, C,C., (1966), "Arid Zone Meterology" in E.S. Hilla ed, Arid Lands London : Methuen.
- Walton C. W., (1987), **Ground Water Resources Evaluation**, 2 Ed, Mc. Grow hill Book Company.
- **World Water balance and water resources of the earth,** Studies & reports in Hudrology, (1978), UNESCO.

ملحــق (أ)

المفاهيم النظرية

١. التعريفات العامة للهطول.

يتضـــمن هــذا الجزء شرحاً للمصطلحات الواردة في الرسالة وقد روعي في ترتيبها أن تكون طبقاً لمحوري موضوع الرسالة.

أ. الهطول Precipitation

هو كل ما يســقط ماء من الغلاف الجــوي على ســطح الأرض في صــورة سائلة أو صـــــلبة عــلى هــيئة مطــر أو ثلــج أو بــرد أو نــدى أو صـــقيع J. Kingston, (1991).

ب. الأمطار (مم).

هــي كميــة بخار الماء المتكثف في أعلى التروبوسفير (J. Kingston, (1991 بسبب اخــتلاف درجــة الحرارة بين المصدر (سطح الأرض) والغلاف الجوي والذي يتساقط عــلى سطح الأرض على شكل قطرات مائية كبيرة يعجز الهواء عن حملها بسبب كبر حجمها، ووزنها وارتفاع كثافتها شرف، (١٩٧٤م). وتقاس عادة الأمطار بأجهزة خاصة Pluviograph / Pluviometer يعبر عنها بوحدة (ملم).

ج. الأمطار اليومية (مم).

هي عبارة عن كمية الأمطار الساقطة خلال ٢٤ ساعة. ويعد اليوم مطيراً إذا كانت كمية الأمطار الساقطة فيه أكبر من ٠,١ مم.

د. الأمطار الشهرية (مم).

هــي مجمــوع كميــات الأمطار الساقطة في فترة ٣٠ أو ٣١ يوماً وهي الفترة الزمنية المــتعارف عليها في تحديد أشهر السنة ما عدا شهر فبراير الذي يقدر مجموع أيامه بــ ٢٨ يوماً/أو ٢٩ يوماً.

هـ. الأمطار الفصلية (مم).

هــي عــبارة عــن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة خلال الفصل ٣ أشهر مــتوالية مــن كــل سنة وهي الفترة الزمنية القياسية المعمول بها لكل فصل من فصول الســنة. ويعــرف فصل الخريف بالفترة التي تجمع شهور سبتمبر ــ أكتوبر ــ نوفمبر، وفصل الشتاء بالفترة التي تجمع شهور ديسمبر ــ يناير ــ فبراير، وفصل الربيع بالفترة الــتي تجمــع شهور مارس ــ إبريل ــ مايو، وفصل الصيف بالفترة التي تجمع شهور يونيو ــ يوليو ــ أغسطس وهذا ما تم اعتماده في هذه الرسالة.

و. **الأمطار السنوية (مم).**

هي عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة خلال الفترة الممتدة من أول يوم في أول الشهر من السنة مثل أول يوم من شهر يناير للسنة الميلادية.

٢. **المعدلات المطلقة للأمطار.**

المطلق يعرف لغوياً بأنه ما لا يقيد بقيد أو شرط أنيس، (١٩٩٢م)، وقد رأت الباحثة استخدام هذا المفهوم في هذه الدراسة للدلالة على أن المعدل المطلق يدل على المجموع التراكمي لكميات الأمطار سواء أكانت الشهرية أو الفصلية أو السنوية خلال فترة القياس المحددة في الدراسة والممتدة من ١٩٧٠ إلى ١٩٩٧م ولمدة ٢٨ سنة متصلة.

أ. **المعدل المطلق للأمطار الشهرية (مم).**

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الشهرية الساقطة خلال فترة القياس مقسوماً على عدد أشهر تلك الفترة.

ب. **المعدل المطلق للأمطار الفصلية (مم).**

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة في فصل ما خلال فترة القياس مقسوماً على عدد فصول تلك الفترة.

ج. **المعدل المطلق للأمطار السنوية (مم).**

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة من أول يوم إلى آخر يوم من كل سنة خلال فترة القياس مقسوماً على عدد سنوات تلك الفترة.

٣. **المعدلات الفعلية للأمطار**

الفعلي يعرف لغوياً بأنه ما يوجد فعلاً في مقابل الممكن أنيس، (١٩٩٢م)، وقد رأت الباحثة استخدام هذا المفهوم في هذه الدراسة للدلالة على أن المعدل الفعلي يدل على المجموع التراكمي لكميات الأمطار الشهرية الممطرة أو الفصلية الممطرة أو السنوية الممطرة خلال فترة القياس.

أ. **المعدل الفعلي للأمطار الشهرية (مم).**

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الشهرية الساقطة خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد الأشهر الممطرة خلال فترة القياس.

ب. **المعدل الفعلي للأمطار الفصلية (مم).**

هو عبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة في فصل ما خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد الفصول المطيرة خلال فترة القياس.

ج. **المعدل الفعلي للأمطار السنوية (مم).**

هــو عــبارة عن المجموع التراكمي لكميات الأمطار الساقطة من أول يوم إلى آخر يوم من كل سنة لفترة زمنية معينة مقسوماً على عدد السنوات الممطرة خلال فترة القياس.

٤. **الأمطار السنوية القصوى(مم).**

هي أعلى كمية أمطار مسجلة في نفس السنة الواحدة خلال فترة القياس.

٥. **الأمطار السنوية الصغرى(مم).**

هي أدنى كمية أمطار مسجلة في نفس السنة الواحدة خلال فترة القياس.

٦. **الركــام. Cumulus**

هــو نــوع مــن السحب المنخفضة والمتراكمة، تنمو رأسيا على شكل قبة وذات قاعدة مسطحة، ويصاحبها هطــول غــزير عنــدما تكــون حــركة تصـــاعد السحب قوية. J. Kingston.,(1991)

٧. **الانسياح. Advection**

يقصــد بــه الاندفــاع والتدفق وهو مصطلح يستخدم في علم المناخ للدلالة على سرعة حركة جزئيات الهواء مسار الرياح. أنيس، (١٩٩٢م).

٨. **السفوح المواجهة أو المعرضة للأمطار. Wind Ward**

يشــير هذا المصطلح إلى الجانب الذي يقابل الرياح السائدة التي تهب على منطقة معينة. كربل، (١٩٨٦م).

٩. **السفوح المظاهرة أو الخلفية. Leeward**

يشــير هذا المصطلح إلى الجانب الذي يكون محجوباً عن اتجاه الرياح السائدة التي تهب على منطقة معينة. كربل، (١٩٨٦م).

١٠. **أديــابــاتيــك. Adiabatic**

هو تبريد الهواء أثناء صعوده دون تبادل حراري مع الهواء المحيط به. J. Kingston.,، (1991) .

١١. **الآلية الأدياباتيكية.**

هي الآلية التي تتغير بها درجات حرارة الهواء أثناء تصاعده أو هبوطه دون تبادل حراري مع الهواء المحيط به

١٢. **الفئــة. Category**

هــي مســمى يطلق على مجموعة أشكال من الأشياء أو الأفعال أو العلاقات التي تظهر بصــورة متسقة ومتكررة،أحمـــد، (١٩٩٣م). كما عرفت الفئة أيضاً بأنها مجموعات متشابهة لمفردات تنتمي إليها، يستفاد منها في تبويب البيانات الكمية في جداول أو أشكال بيانيــة.الصالح،(١٩٧٩م).

١٣. **متوسط درجة الحرارة الشهري (مْ) Mean Monthly Temperature**

مجموع المتوسطات اليومية لدرجة الحرارة لأيام الشهر مقسوماً على عدد أيامه. موسى، (١٩٨٦م).

١٤. **معدل درجة الحرارة الشهري (مْ).**

هــو عبارة عن مجموع متوسطات درجة الحرارة للشهر الواحد خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد سنوات تلك الفترة. الأيوبي، (١٩٨٨م).

١٥. **المدى الحراري للمتوسط الشهري.**

هــو عــبارة عــن الفرق بين متوسط درجة الحرارة الصغرى ومتوسط درجة الحرارة العظمى لشهور السنة الواحدة أو لمجموع شهور فترة زمنية معينة.

١٦. **المدى الحراري للمعدل الشهري.**

هــو عبارة عن الفرق بين أدنى معدل وأقصى معدل شهري لدرجة الحرارة خلال فترة الدراسة. موسى، (١٩٨٦م).

١٧. **المتوسط الشهري لدرجة الحرارة العظمى المطلقة.**

هو مجموع قيم درجات الحرارة العظمى المطلقة لأيام الشهر مقسوماً على عدد أيامه.

١٨. **المعدل الشهري لدرجة الحرارة العظمى المطلقة.**

هــو مجموع متوسطات درجة الحرارة العظمى المطلقة الشهرية خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد سنوات تلك الفترة.

١٩. **المتوسط الشهري لدرجة الحرارة الصغرى المطلقة.**

هو مجموع قيم درجات الحرارة الصغرى المطلقة لأيام الشهر مقسوماً على عدد أيامه.

٢٠. **المعدل الشهري لدرجة الحرارة الصغرى المطلقة .**

هو مجموع متوسطات درجة الحرارة الصغرى المطلقة الشهرية خلال فترة زمنية معينة مقسوماً على عدد سنوات تلك الفترة.

٢١. **التبخر/النتح الكامن. Potential Evapotranspiration**

عــرفه ثورنثوايت بأنه كمية المياه المفقودة من التربة بالتبخر ومن النبات بالنتح في حالة وجــود غطاء نباتي أخضر ومورد مائي دائم يمد التربة باستمرار ويجعلها مشبعة دائماً بالماء. Chang, J. H., (1977).

٢٢. **التبخر /النتح الفعلي. Actual Evapotranspiration**

هــو عــبارة عــن كميــة المياه المتبخرة من التربة وتم نتحها فعلاً من النبات في ظل الظــروف المحــلية الســائدة. ولذا تختلف كمية التبخر/النتح الفعلي باختلاف الظروف المناخية من منطقة لأخرى على سطح الأرض. موسى، (١٩٩٠م).

٢٣. **المحطة المناخية.**

هـي المحطـة التي تحتوي على سجلات للعناصر المناخية كالإشعاع الشمسي وساعات السطوع الشمسي والحرارة والرطوبة النسبية والرياح والتبخر/النتح.

٢٤. **محطة قياس الأمطار.**

هي المحطة التي تحتوي على سجلات لقياس كميات الأمطار الساقطة.

٢٥. **التربـة. Soil**

هـي المـادة المفتتة، التي تكوُن الطبقة العلوية من الغشاء الصخري، وتتألف من مزيج معقـد من مواد معدنية وعضوية . ويدخل في تكوينها عدة عوامل هي: المادة الصخرية الأصـلية والمناخ وانحدار سطح الأرض والكائنات الحية والزمن. توني، (١٩٦٤م).

٢٦. **السعة المائية الميسرة . Water Retention Difference**

هي عبارة عن كمية المياه التي يمكن للتربة الاحتفاظ بها في المنطقة التي تتخللها جذور النـباتات فيمـا بين ٠,٣٣ باراً إلى ١٥ باراً ، وتتميز بالسنتمتر من المياه /سنتمتر من التربة، وتحدد بعمق ١٥٠سم أو ما يعادل عمق الطبقة غير المنفذة. أطلس التربة، (١٩٨٦).

٢٧. **النفاذية. Permeability**

هي خاصية التربة التي تسمح للماء والهواء بالحركة لأسفل خلال قطاع التربة، والنفاذية المقاسـة تدل على سرعة حركة الماء إلى أسفل في التربة المشبعة بالسنتيميتر/الساعة. **الخريطة العامة للتربة،(١٩٨٦).**

٢٨. **ماء الجاذبية الأرضية. Gravitational Water**

المـاء الفـائض بعـد تشـبع التربة ولا تستطيع التربة الاحتفاظ به ضد قوى الجاذبية الأرضية فيستمر في التسرب حتى يصبح جزءاً من المياه الجوفية. مجاهد، (١٩٩٥م).

٢٩. **الماء الشعري. Capillary Water**

هو مجموع الماء المتاح للتربة عندما تبلغ سعتها الحقلية وهو معرض للفقد إما مباشرة بالتبخر إلى الجو أو بصورة غير مباشرة عن طريق الامتصاص الجذري والنتح الورقي للنبات. مجاهد، وآخرون، (١٩٩٥م).

٣٠. **مستوى الماء الأرضي. Water Table**

هـو جـزء مـن ماء الجاذبية الأرضية المتسرب تجمع واستقر ساكناً فوق طبقة صماء غيـر منفذة للماء ولا يستفيد منه النبات نظراً لوجوده بعيداً عن متناول الجذور. مجاهد، وآخرون، (١٩٩٥م).

٣١. **الفائض المائي. Water Surplus**

هو عبارة عن كمية المياه الفائضة عن الحاجة عندما تكون كمية الأمطار أكبر من كمية التبخر/النتح الكامن، وهو يساوي الفرق بين معدل الأمطار والتبخر/النتح الكامن في الأشهر التي يزيد فيها معدل الأمطار عن التبخر/النتح الكامن. وتقاس هذه الكمية للاستفادة منها بواسطة التخزين أو تحويلها لأغراض متعددة. ومن وجهة نظر الهيدرولوجي يحدث في هذه المرحلة نوع من التشبع لرطوبة التربة (Soil-moisture Recharge) وإذا ما زادت درجة التشبع يحدث نوع من التغذية لمخزون المياه في أسفل التربة أو ما يعبر عن (Ground Water Recharge).

.Chang, J. H., (1977),

٣٢. **العجز المائي. Water Deficit**

هو عبارة عن كمية المياه الناقصة الضرورية للنبات وهي تساوي الفرق بين التبخر/النتح الفعلي والتبخر/ النتح الكامن في الأشهر التي يقل فيها معدل التبخر/النتح الحقيقي عن معدل التبخر/النتح الكامن، ومن وجهة نظر الهيدرولوجي يتم نقص تدريجي لرطوبة التربة، يعقبه نقص كامل يعبر عنه (Soil-moisture Deficiency).

.Chang, J. H.,(1977)

٣٣. **استنزاف رطوبة التربة. Soil-moisture Deplation**

هي مرحلة انتقالية بين الفائض المائي والعجز المائي تحدث في الفترة النهائية لموسم الأمطار التي يكون فيها معدل الهطول الفعلي أقل من معدل التبخر الفعلي، مما يسبب فقدان التربة لجزء من رطوبتها، الأمر الذي يحول دون تسرب مياه الأمطار إلى المياه الجوفية. .Thornwaite C.W. and J. R. Mathes,(1955)

٣٤. **الدورة الجيومورفولوجية. Geomorphology Cycle**

هي مجموعة التغيرات التي تتعاقب على سطح الأرض في ضوء التغيرات الجيولوجية والمناخية على مدى العصور الجيولوجية، وينتج عنها أشكال التضاريس الحالية.

.J. Kingston,(1991)

٣٥. **التعرية . Erosion**

هي عملية نحت الصخور وتفتيتها وتحريكها على سطح الأرض، وتشمل التجوية والإذابة بواسطة الماء والثلج وعمليات التآكل والحت الميكانيكي والنقل بواسطة الرياح .

J. Kingston,(1991)

٣٦. **الجرف. Escarpment**

هو عبارة عن منحدر حاد أو حافة جبلية/هضبية متصلة شديدة الانحدار تعترض الامتداد

العـــام لأراض ذات ســـطح يـــنحدر انحداراً بسيطاً، حيث يتجمع أسفلها ركام صخري. وتتكوّن الجروف بفعل التعرية أو الصدوع الأرضية، أطلس التربة، (١٩٨٦م).

٣٧. الوادي. **Wadi**

هـــو أرض منخفضـــة محاطة بالتلال أو الجبال تجري فيها مياه المرتفعات المحيطة بها عقب سقوط الأمطار. مشرف، وآخرون،(١٩٩٤م).

٣٨. أودية متقطعة الجريان. **Intermittent Wadis**

هـــي أوديـــة يجري فيها الماء بصورة غير مستمرة أي تحدث فقط بعد هطول الأمطار الموسمية ، مثل جريان الماء في الوديان الصحراوية. مشرف، وآخرون،(١٩٩٤م).

٣٩. رافـــــد. **Tributary**

هو فرع نهر أو واد يصب في نهر أو واد آخر أكبر منه. مشرف، وآخرون، (١٩٩٤م).

٤٠. حوض التصريف. **Drainage Basin**

هـــو مـــنطقة صـــرف متسعة الانخفاض تتدفق إليها جميع مصارف المياه من المناطق المجـــاورة المـــرتفعة ويرافق ذلك ترسيب للرواسب المنقولة مع هذه المياه المتجمعة في هذا الحوض. مشرف، وآخرون،(١٩٩٤م).

٤١. حوض تصريف شجري. **Dendritic Drainage Basin**

هو منطقة تصريف متفرعة الجداول والقنوات ، حيث تشبه قنواته تفرع أغصان الشجر. مشرف، وآخرون،(١٩٩٤م).

٤٢. الجريان . **Run Off**

هـــو حـــركة المياه التي تتحول إلى مياه جارية فوق وخلال منحدرات التلال على سطح الأرض بعد هطول الأمطار. وقد يكون الجريان سطحياً (Surface Run Off) دون أن يغـــوص داخـــل الـــتربة. وتنـــتج عـــادة كمية المياه الجارية السطحية بعد التشبع الكلي للتكويـــنات الصـــخرية السطحية أو القريبة من السطح من أبعد نقطة (أعلى) إلى مصب (أدنى) الحـــوض بواسطة شبكة من المجـــاري المائيـــة التي تنتهـــي إلى مجرى واحد هـــو المجـــرى الرئيـــس (الوادي أو النهـــر). أمـــا المـــاء الذي يخـــترق التربـــة قبل الوصـــــول إلى المجـــاري الســـطحية فيسمى تحت السطح (Sub-Surface Run Off). J. Kingston,(1991).

٤٣. التوازن المائي في الدورة الهيدرولوجية. **Water Balance**

هـــو مجمـــل عناصر الإمداد المائي من خلال الهطول في مقابل عناصر الطرح المائي مـــن خـــلال الجـــريـــان المـــائي الســـطحي وتحت الســـطحي والمـــياه الجوفيـــة

والتبخر. UNESCO,(1978)

٤٤. **الجغرافيا الحيوية. Biology Geography**

هـي العـلم الـذي يهـتم بدراسـة التوزيع الجغرافي للكائنات الحية النباتية والحيوانية والأسـباب التي أدت إلى وجـود أنـواع معينـة منها في أقالـيم معينة دون غيرها. F. J. Monkhouse, (1983).

٤٥. **الجغرافيا النباتية. Phytogeography**

هي فرع من فروع الجغرافيا الحيوية التي تهتم بدراسة التشكيلات النباتية وتوزيعها على سطح الأرض. J. Kingston (1991).

٤٦. **الغطاء النباتي. Vegetation**

هـو مجمـوعات نباتيـة تنمـو مع بعضها البعض في منطقة ما مكونة تجمعات نباتية. J. Kingston, (1991).

٤٧. **التوازن المائي في النبات . Water Balance**

يشـير الـتوازن المائي في النبات إلى التوازن الحاصل بين امتصاص النبات للماء من الـتربة، وفقدانه للماء عن طريق النتح. فالنبات لا يستطيع العيش إلا إذا كانت له القدرة على امتصاص ماء التربة بنفس السرعة التي تفقده بها. توني، (١٩٦٤م).

٤٨. **الكثافة النباتية. Density of Plant**

يقصـد بهـا وحدة النباتات في وحدة المساحة طبقاً لتقرير كلية الزراعة (كلية الزراعة، تقرير رقم ١ت/٢/٠٠١، ص١٣). كالتالي :

- غابات كثيفة ويبلغ عدد الأشجار في الدونم أكثر من ١٦٠ شجرة .
- غابات متوسطة ويبلغ عدد الأشجار في الدونم من ١٠٠-١٦٠ شجرة .
- غابات متناثرة ويبلغ عدد الأشجار في الدونم ١٠٠ شجرة.

ملحـق (ب)

معدلات الأمطار المطلقة والفعلية الشهرية والفصلية والسنوية لمحطات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

اسم المحطة	معدلات الأمطار	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	مج الشتاء	مج الربيع	مج الصيف	مج الخريف	المجموع السنوي
أبها	المعدل	٢٠,٩	٣٢,٢	٣٩,١	٥٦,٦	٤٠,٥	١٥,٣	٢٧,٠	٣٦,٥	٨,١	٨,٠	٦,٢	٦,٥	٥٩,٦	١٣٦,٢	٧٨,٧	٢٢,٢	٢٩٦,٨
	معدل ف	٢٩,٣	٤٧,٤	٥٢,١	٦٩,٠	٤٥,٤	٢٢,٥	٣١,٥	٣٧,٩	١١,٣	١٣,١	٨,٦	١٠,٧	٨٧,٤	١٦٦,٤	٩١,٨	٣٣,١	٣٧٨,٧
أبو جنية	المعدل	٥,٤	٨,١	٨,٥	٢١,٠	١٣,٢	١,١	١,٥	٢,٢	١,٤	١,٥	٢,٢	٤,٤	١٧,٩	٤٢,٨	٤,٨	٥,٢	٧٠,٧
	معدل ف	٩,٥	٢٠,٦	١٠,٩	٢٥,٦	١٧,٧	٣,٨	٤,٢	٥,٢	٦,٦	٨,٦	٤,٨	١٧,٧	٤٧,٧	٥٤,١	١٣,١	١٩,٩	١٣٥,٠
أدمة	المعدل	١٨,٧	١٤,٥	٣٤,٦	٢٤,١	١٨,٦	١,٧	١,٦	٦,٢	١,٠	١,٠	٣,٢	١٣,٠	٤٦,٢	٧٧,٢	٩,٥	٥,٢	١٣٨,١
	معدل ف	٢٢,٨	٢٣,٨	٥٠,٩	٢٩,٤	٢٤,٧	٤,٩	٣,١	٩,١	٢,٥	٢,٦	٤,٩	٢٠,٢	٦٦,٨	١٠٥,٠	١٧,٠	١٠,٠	١٩٨,٩
آل عامر	المعدل	١٥,٧	٢١,٥	٣٧,١	٥٥,٤	٥٠,٨	١٣,٢	٢٠,٠	٤٨,٦	٨,٦	٨,٩	٦,٣	٥,٣	٤٢,٥	١٤٣,٣	٨١,٨	٢٣,٨	٢٩١,٣
	معدل ف	٢٧,٥	٣٥,٤	٤٩,٥	٦٧,٥	٥٩,٢	٢٠,٦	٢٤,٣	٥٢,٣	١٥,١	٢٠,٧	١٩,٧	١٦,٤	٧٩,٣	١٧٦,٢	٩٧,٢	٥٥,٥	٤٠٨,١
بني ثور	المعدل	١,٨	٢,١	١٠,٠	٢٥,٠	١٤,٣	٥,١	٤,١	٧,٨	٣,٢	٢,١	٥,٠	٠,٣	٤,٢	٤٩,٣	١٧,٠	١٠,٣	٨٠,٩
	معدل ف	٩,٩	١١,٧	٢١,٥	٣٣,٣	٢٠,٠	٢٠,٥	١٩,٢	٢١,٨	١٣,٠	١٩,٣	٣٥,٢	٩,٥	٣١,١	٧٤,٩	٦١,٥	٦٧,٤	٢٣٥,٠
بني مالك	المعدل	٥,٥	١٣,١	٢٥,٧	٢١,٢	١٩,٣	٤,٨	١٦,٤	١٦,٢	٠,٥	١,٣	٣,٢	٤,٠	٢٢,٦	٦٦,١	٣٧,٤	٥,٠	١٣١,٣
	معدل ف	٢٥,٩	٣٦,٦	٤٧,٩	٣٢,٩	٣٨,٦	١٢,٣	٤١,٦	٢٦,٧	٧,٥	٣٦,٨	١٥,١	٢٢,٦	٨٥,١	١١٩,٤	٨٠,٦	٥٩,٣	٣٤٤,٤
بيشة	المعدل	٤,١	٢,٨	١٣,٧	٣٢,٠	١١,٧	١,٢	٠,٢	٤,٤	٠,٠	١,٧	٢,٩	٣,٥	١٠,٤	٥٧,٥	٥,٧	٤,٦	٧٨,١
	معدل ف	١١,٤	٥,٦	١٦,٧	٣٧,٤	١٦,٤	٦,٥	١,٢	١٧,٦	٠,٣	٧,٧	١٠,١	١١,٠	٢٧,٩	٧٠,٥	٢٥,٣	١٨,١	١٤١,٧
بللسمر	المعدل	٢٧,٥	١٥,١	٤١,٢	١٠٦,١	٥٨,٥	٣,٣	٣,٤	٩,٧	٢,٠	٦,٠	١٣,٢	١٦,٧	٥٩,٣	٢٠٥,٨	١٦,٤	٢١,٢	٣٠٢,٦
	معدل ف	٤٥,٢	٣٢,٦	٦٤,٠	١٣٥,٠	٦٥,٥	١٨,٥	١٠,٦	٢٠,٩	٥,٦	٢٧,٩	٣٦,٩	٣٨,٩	١١٦,٦	٢٦٤,٦	٤٩,٩	٧٠,٤	٥٠١,٦
تاجر	المعدل	٣,٨	٦,٣	١٤,٦	٣٠,٩	١٤,٤	٤,٧	١,٦	٨,١	١,١	٢,٥	٣,٦	٢,٣	١٢,٤	٥٩,٩	١٤,٤	٧,١	٩٣,٧
	معدل ف	١٥,١	٢٥,١	٤٠,٨	٥٧,٧	٣١,٠	٢٦,٤	١٤,٥	١٧,٥	٥,٩	٣٥,٠	٢٠,٠	١٥,٨	٥٦,١	١٢٩,٤	٥٨,٣	٦٠,٩	٣٠٤,٧
تبالة	المعدل	٧,٨	٤,٩	١٨,٤	٣٦,٥	١٧,٩	٢,٩	٠,٢	٥,٧	٠,١	٣,٣	٤,٩	٥,٨	١٨,٥	٧٢,٨	٨,٨	٨,٣	١٠٨,٤
	معدل ف	١٨,٢	١١,٥	٣٠,٣	٥١,٢	٢٧,٨	٢٠,٤	٥,٠	٢٢,٨	٤,٠	١٥,٢	٢٧,٤	١٨,١	٤٧,٨	١٠٩,٣	٤٨,٢	٤٦,٥	٢٥١,٨
تثليث	المعدل	٤,٤	٢,٤	١٨,٠	٢٥,٥	٥,٣	٠,٢	٠,١	١,٢	٠,٢	٣,٥	١,٧	٠,٩	٧,٨	٤٨,٨	١,٥	٥,٣	٦٣,٥
	معدل ف	١١,٣	١٣,٦	١٢,١	٣٢,٥	٧,٤	١,٥	٠,٥	٥,٧	٣,٠	٢٤,٣	٩,٣	٤,٣	٢٩,٢	٦٠,٩	٧,٧	٣٦,٦	١٣٤,٤
تندحة	المعدل	٦,٣	٨,٩	٢٧,٥	٣٣,٧	٣٦,٤	٥,٢	١٥,٤	٢١,٥	٣,٠	٢,٧	٧,٣	٤,٣	١٩,٥	٩٧,٦	٤٢,٢	١٣,٠	١٧٢,٣
	معدل ف	١٢,٧	٢٠,٧	٢٩,٦	٣٦,٢	٣٧,٨	٧,٣	١٦,٦	٢٢,٣	٧,٠	٧,٦	١٥,٨	١٧,٠	٥٠,٤	١٠٣,٧	٤٦,٢	٣٠,٤	٢٣٠,٧
تمنية	المعدل	٢٥,٠	٢٧,٦	٦١,٤	٧٥,٤	٥٣,٤	١٣,٠	٢٥,٢	٤٩,٤	٨,٤	١٧,٥	١٣,٢	١٥,٦	٦٨,١	١٩٠,٢	٨٧,٦	٣٩,١	٣٨٥,٠
	معدل ف	٣٨,٨	٤٥,٤	٨١,٩	٨٨,٠	٦٥,٠	١٩,١	٣٣,٦	٦٠,١	١٥,٧	٣٥,٠	٢٣,٠	٢٩,١	١١٣,٣	٢٣٤,٩	١١٢,٩	٧٣,٧	٥٣٤,٨

تابع ملحـــق (ب)

معدلات الأمطار المطلقة والفعلية الشهرية والفصلية والسنوية لمحطات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

اسم المحطة	معدلات الأمطار	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	مج الشتاء	مج الربيع	مج الصيف	مج الخريف	المجموع السنوي
تنومة	المعدل	٣٢,٦	١٩,٤	٣٦,٤	٨٣,٠	٤١,١	٣,٤	١,٧	١٠,٧	٣,٩	٣,٩	١٠,٣	١٨,٤	٧٠,٣	١٦٠,٥	١٥,٨	١٨,١	٢٦٤,٧
	معدل ف	٤٣,٧	٤٩,٣	٦٣,٧	١١٠,٧	٥٧,٥	١٦,٠	٩,٦	٢٧,١	١٣,٦	٢١,٩	٢٢,٢	٤٦,٨	١٤٩,٨	٢٣١,٨	٥٢,٧	٥٧,٧	٤٩٢,١
الجوف	المعدل	٣,٠	٢,٥	١٨,١	٢٦,٩	١٨,٨	٢,٢	٥,٤	٢,٤	٠,٠	١,٦	١,٩	١,٥	٧,٠	٦٣,٨	١٠,٠	٣,٦	٨٤,٤
	معدل ف	١٢,١	١٧,٢	٢٦,٧	٣٤,٢	٣١,٠	٢٠,٤	٢٥,٢	٣٤,٠	٠,٠	١٥,٣	١٠,٨	٤٢,٠	٧١,٢	٩١,٩	٧٩,٦	٢٦,١	٢٦٨,٨
الحرجة	المعدل	٧,٠	١١,٤	٣٠,٩	٣٨,٧	٣٥,٤	٧,٠	٥,٠	٩,٦	٠,٠	٧,٠	٤,٨	٤,٣	٢٢,٧	١٠٤,٩	٢١,٧	١١,٨	١٦١,١
	معدل ف	٢٤,٥	٣٢,١	٥٧,٦	٦٠,١	٥٢,١	٦٥,٧	٢٣,٤	٣٠,٠	٠,٠	٦٥,٠	٢٢,٦	٣٠,٠	٨٦,٦	١٦٩,٩	١١٩,١	٨٧,٨	٤٦٣,١
الحيفة	المعدل	٣,٤	٥,٤	١٣,٠	٢٥,١	١٦,١	١,٨	٠,٥	٤,٢	٠,٠	١,٣	٣,٠	٣,٠	١١,٨	٥٤,٣	٦,٥	٤,٣	٧٦,٩
	معدل ف	٨,٧	١٠,١	١٧,٤	٢٩,٣	١٩,٦	١٢,٥	٣,٣	٢٣,٦	٠,٣	٥,٣	١١,٩	٨,٣	٢٧,٢	٦٦,٣	٣٩,٤	١٧,٦	١٥٠,٤
الحلي	المعدل	٤,٨	٤,٥	١٧,٨	٢٠,٦	٢٨,٠	٦,٢	٩,٩	١١,٤	٢,٦	٦,٣	٣,١	٣,٧	١٣,٠	٦٦,٤	٢٧,٥	١٢,١	١١٨,٩
	معدل ف	٧,١	٧,٤	٢١,٧	٢٣,٠	٣٠,٢	١٠,٣	١٢,٠	١٣,٣	٥,٧	١٤,٨	٦,٧	٧,٤	٢١,٩	٧٤,٩	٣٥,٥	٢٧,١	١٥٩,٤
خميس مشيط	المعدل	١٥,٠	١٢,٩	٤٣,٢	٣١,٦	٣٦,٩	١٣,٧	٢٢,٥	٣٦,٥	٩,٠	٦,١	٨,٣	٧,٦	٣٥,٥	١١١,٧	٧٢,٧	٢٣,٤	٢٤٣,٤
	معدل ف	٢٣,٣	١٨,١	٤٦,٦	٣٢,٨	٣٨,٣	١٤,٧	٢٢,٥	٣٦,٥	١٢,٦	٩,٥	١٢,٢	١١,٢	٥٢,٦	١١٧,٦	٧٣,٨	٣٤,٣	٢٧٨,٣
خبير الجنوب	المعدل	٧,٢	٤,٠	١٥,٠	٣٧,٣	٢١,٢	٣,٥	٢,٦	٤,٣	٠,٥	٤,٤	٤,٧	١,٣	١٢,٥	٧٣,٥	١٠,٣	٩,٧	١٠٦,٠
	معدل ف	٢٥,٣	١٨,٦	٢٤,٦	٤٩,٨	٣٣,٠	١٣,٨	١٤,٦	١٤,٩	٣,٥	٢٠,٧	١٨,٩	١١,٧	٥٥,٧	١٠٧,٤	٤٣,٣	٤٣,١	٢٤٩,٥
الزهراء	المعدل	١٠,٠	١١,٢	٢٧,٤	٦٤,٤	٧٣,٦	٩,٨	٨,٨	١٣,٩	٥,٣	١٢,٢	١٥,٤	٨,٢	٢٩,٤	١٦٥,٤	٣٢,٥	٣٢,٩	٢٦٠,٣
	معدل ف	٢٨,٠	٢٦,٢	٣٨,٤	٧٥,١	٧٩,٣	١٨,٢	١٤,٥	١٩,٥	١٦,٥	٤٢,٨	٣٩,١	٣٢,٨	٨٧,٠	١٩٢,٨	٥٢,٢	٩٨,٤	٤٣٠,٥
سراة عبيدة	المعدل	٨,٩	١٧,٤	٢٦,١	٢١,٥	٢١,٧	٤,٨	٩,٣	٦,٥	٣,٨	١,٣	٢,٥	٣,٥	٢٩,٧	٦٩,٣	٢٠,٦	٧,٦	١٢٧,٣
	معدل ف	١٥,٥	٢٧,١	٣٦,٦	٢٥,٠	٢٦,٤	٧,١	١٣,١	٨,٢	١٠,٥	٧,٥	٥,٩	٦,١	٤٨,٧	٨٨,٠	٢٨,٤	٢٣,٩	١٨٩,٠
سر لعصان	المعدل	٢١,٩	٢٤,٠	٥٧,٠	٤٠,٢	٣٠,٧	٨,٨	٢٠,٨	٣١,٥	٨,٧	٧,٩	٦,٥	٦,٩	٥٢,٨	١٢٧,٩	٦١,١	٢٣,١	٢٦٤,٨
	معدل ف	٢٢,٧	٣٢,٠	٥٩,١	٤٦,٩	٣٠,٧	٩,٩	٢٢,٤	٣١,٥	١٢,٨	١٢,٣	٨,٢	٩,٧	٦٤,٤	١٣٦,٦	٦٣,٨	٣٣,٣	٢٩٨,١
السودة	المعدل	١٨,٢	١٨,٠	٣٣,٤	٥١,٥	٥٧,٩	١٣,٦	٢٨,٠	٦٢,٦	٢١,٠	٨,٠	١٠,٤	١٠,٤	٤٦,٦	١٤٢,٨	١٠٤,٢	٣٩,٤	٣٣٢,٩
	معدل ف	٣٣,٩	٤٥,٩	٥١,٩	٧٢,٢	٧٠,٤	٢٥,٤	٣٩,٢	٧٣,٠	٢٥,٦	٢٢,٤	٢٤,٣	٢٩,١	١٠٨,٩	١٩٤,٥	١٣٧,٦	٧٢,٢	٥١٣,٢
سبت العلايا	المعدل	١٤,٤	١٣,٠	٢٩,٤	٥٩,٢	٣٠,٨	٥,٦	٧,٨	١٦,٤	٥,٥	٣,٤	١٠,٩	١٢,٤	٣٩,٨	١١٩,٥	٢٩,٨	١٩,٨	٢٠٨,٨
	معدل ف	١٩,٢	١٨,٢	٣٩,٢	٦٩,١	٣٣,٢	٩,٢	١١,٠	١٧,٦	٨,٠	٦,٣	١٤,٦	١٨,٢	٥٥,٦	١٤١,٥	٣٧,٨	٢٨,٩	٢٦٣,٩
صبح بللحمر	المعدل	١٥,٤	١٢,٨	٣٦,٥	٨١,٥	٣٠,٧	١,٨	٨,٥	٢٠,١	٣,١	٥,٠	٨,٩	١١,٢	٣٩,٤	١٤٨,٧	٣٠,٤	١٧,٠	٢٣٥,٥
	معدل ف	١٩,٦	٢٢,٥	٤٢,٦	٩١,٣	٣٤,٤	٥,٧	١٣,٩	٢٦,٧	٧,٩	١٩,٨	٢٠,٨	٣١,٣	٧٣,٣	١٦٨,٣	٤٦,٤	٤٨,٦	٣٣٦,٥

تابع ملحـق (ب)

معدلات الأمطار المطلقة والفعلية الشهرية والفصلية والسنوية لمحطات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

اسم المحطة	معدلات الأمطار	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	مج الشتاء	مج الربيع	مج الصيف	مج الخريف	المجموع السنوي
صمخ	المعدل	٢,٢	١,٥	٩,٥	٢١,٩	٩,٢	٠,٣	٢,٦	٣,٢	٠,٠	١,٨	١,١	٠,٧	٤,٤	٤٠,٧	٦,١	٣,٠	٥٤,٢
	معدل ف	٧,٧	٤,٢	١١,٦	٢٩,٣	١١,٨	٣,٠	١٠,٣	٩,٠	٠,٦	١٠,٢	٤,٥	٢,٦	١٤,٤	٥٢,٦	٢٢,٣	١٥,٣	١٠٤,٦
ظهران الجنوب	المعدل	١٠,٥	١٠,٥	٣٧,٦	٤٩,٥	٢٧,٢	٤,٨	٧,٤	١٩,٠	٠,٣	٧,١	٢,٢	٥,٥	٢٦,٤	١١٤,٤	٣١,٢	٩,٧	١٨١,٦
	معدل ف	١٨,٣	١٧,٢	٤٥,٨	٥٣,٤	٣٦,٢	١٩,٢	١٥,٩	.٢٦,٦	١,١	٢٤,٩	١٥,٥	١٧,١	٥٢,٧	١٣٥,٤	٦١,٧	٤١,٥	٢٩١,٢
عبالة	المعدل	٢٠,١	١٠,٠	٤٣,٣	٥٧,٠	٣٠,١	٣,١	١٠,١	١٠,١	١,٥	٤,٦	٦,٦	٩,٠	٣٩,١	١٣٠,٤	٢٣,٣	١٢,٧	٢٠٥,٥
	معدل ف	٢٤,٥	١٣,٤	٥٥,٢	٦٩,٤	٤٤,٤	٨,٠	٢٠,١	١٧,٦	٣,٩	١٢,٨	١٤,٢	١٩,٣	٥٧,٢	١٦٩,٠	٤٥,٧	٣٠,٨	٣٠٢,٧
علكم	المعدل	١٠,٨	١٥,٦	٢٦,٤	٥٩,٧	٦٣,٧	١٩,٥	٢٩,٠	٧٠,٧	٢٢,٣	٧,٠	٦,٠	٢,١	٢٨,٤	١٤٩,٨	١١٩,٢	٣٥,٣	٣٣٢,٧
	معدل ف	١٨,٩	٢٩,٠	٣٨,٩	٧٦,٠	٧٤,٣	٢٨,٨	٣٣,٨	٧٠,٧	٣٤,٧	١٩,٥	١٥,٣	٧,٤	٥٥,٢	١٨٩,٢	١٣٣,٣	٦٩,٥	٤٤٧,٣
الماوين	المعدل	١,٧	٢,٢	١٩,٢	٣٧,٥	٢٩,١	٢,٢	٤,٨	١٢,٧	١,٠	٣,٩	٤,٥	٧,٣	١١,٢	٨٥,٨	١٩,٨	٩,٤	١٢٦,٢
	معدل ف	٦,٨	١٢,٣	٤٨,٩	٥٢,٥	٤٢,٩	١٥,٦	٢٢,٦	٢٩,٦	٥,٧	٣٦,٧	١٥,٦	٦٨,١	٨٧,٢	١٤٤,٣	٦٧,٨	٥٨,٠	٣٥٧,٢
م. بني عمرو	المعدل	١٩,٣	١٧,١	٢٩,٣	٤٩,٥	٤٣,٦	١,٤	٤,٥	١٥,٠	٠,٨	٤,٢	٧,٥	٢١,٣	٥٧,٧	١٢٢,٥	٢٠,٨	١٢,٥	٢١٣,٥
	معدل ف	٢٠,٨	٢٢,٨	٣٥,٧	٥١,٤	٤٧,٠	٣,٥	٦,٦	١٩,٩	١,٥	٧,٤	١٠,٠	٢٩,٨	٧٣,٤	١٣٤,٠	٣٠,٠	١٨,٩	٢٥٦,٣
النماص	المعدل	٤٥,٣	٣٢,٢	٥٨,٤	٨٩,٥	٥٤,٤	١٢,١	١٨,٠	٢٠,٩	١,١	١٢,٩	٢٦,٤	٤٧,٠	١٢٤,٥	٢٠٢,٣	٥١,٠	٤٠,٤	٤١٨,٣
	معدل ف	٤٨,٨	٤١,٠	٦٢,٩	٩٢,٨	٥٤,٤	٢١,١	٢١,٩	٢٤,٤	٢,١	٢١,٢	٣٣,٦	٥٠,٦	١٤٠,٤	٢١٠,١	٦٧,٤	٥٧,٠	٤٧٤,٩
و.ابن هشبل	المعدل	٥,٢	٤,٠	١١,٤	١٤,٧	١١,٢	٠,٨	٥,٩	٧,٤	١,١	٢,٠	٣,٩	٠,٢	٩,٤	٣٧,٣	١٤,٠	٦,٩	٦٧,٦
	معدل ف	١٦,٠	١٤,١	١٧,٧	١٨,٧	١١,٦	٢,٧	١٣,٧	١١,٥	٤,٢	٥,٥	١٠,٤	٢,٠	٣٢,١	٤٨,١	٢٧,٩	٢٥,١	١٣٣,٣
يعري	المعدل	٠,٩	٣,٢	٢١,٣	٤٨,٠	١٦,٧	٢,٧	١٣,٤	٢,٤	٠,٤	٢,٤	٥,٤	٤,٨	٩,٠	٨٥,٩	١٨,٤	٨,١	١٢١,٥
	معدل ف	٥,١	٩,٩	٤٥,٨	٦٣,٩	٣١,٢	٢٥,٠	٧٤,٨	٩,٦	١٠,٢	١٦,٥	٢٥,٢	٤٥,٢	٦٠,٢	١٤٠,٩	١٠٩,٤	٥١,٩	٣٦٢,٥

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ملحــق (ج)

المعادلات الرياضية

*- طريقة تيسن لتصحيح البيانات.

الخطوات التالية توضح كيفية استخدام طريقة تيسن والتراكم المزدوج لتصحيح القيم الشهرية والسنوية لقياسات الأمطار :

١. إكمال قياسات الأمطار لشهر يناير عام ١٩٧٧م بمحطة أبها التي تقع على ارتفاع ٢٢٠٠م بواسطة قياسات الأمطار لشهر يناير عام ١٩٧٧م بمحطة علكم التي تقع على ارتفاع ٢٢٠٠م وضمن نفس محطة التأثير حسب طريقة تيسن (Thiessen) اعتماداً على طريقة التراكم المزدوج لشهر يناير بالمحطتين خلال الفترة يناير ١٩٧٠م – ديسمبر ١٩٩٧م.

- بلغ المجموع التراكمي لقياس الأمطار في شهر يناير لمحطة أبها = **٤٣٧,٥ مم/سنة.**
- بلغ المجموع التراكمي لقياس الأمطار في شهر يناير لمحطة علكم = **٢٦٣,٢ مم/سنة.**
- أمطار شهر يناير عام ١٩٧٧م بمحطة علكم = **٢٩,٣ مم/سنة.**
- معامل التصحيح (أ) = $\frac{437.5 \text{ مم}}{263.5 \text{ مم}}$ = ١,٦
- إكمال أمطار شهر يناير بمحطة أبها = **١,٦ × ٢٩,٣ مم = ٤٦,٨ مم للتقريب = ٤٧,٠ مم.**

٢. إكمال قياسات الأمطار لشهر إبريل ١٩٧٧م بمحطة أبها بواسطة قياسات الأمطار لشهر إبريل عام ١٩٧٧م بمحطة علكم.

- بلغ المجموع التراكمي لقياســات الأمطــار في شهر إبريل لمحطة أبها = **١٥٥٩,١مم/سنة.**
- بلغ المجموع التراكمي لقياســات الأمطــار في شهر إبريل لمحطة علكم = **١٦٢٩,٥مم/سنة.**
- أمطار شهر إبريل عام ١٩٧٧م بمحطة علكم = **٢٠,٩ مم/سنة.**
- معامل التصحيح (أ) = $\frac{1559.1 \text{ مم}}{1629.5 \text{ مم}}$ = ٠,٩٥

- إكمال أمطار شهر إبريل عام ١٩٧٧م بمحطة أبها = ٠,٩٥ × ٢٠,٩مم = ١٩,٨ مم للتقريب = ٢٠,٠ مم.
- وبذلك يصبح المجموع التراكمي لقياسات الأمطار في الشهور الناقصة لعام ١٩٧٧م (يناير + إبريل) لمحطة أبها بعد تصحيح قياسات الأمطار

= المجموع التراكمي لشهر يناير قبل التصحيح + كمية قياسات الأمطار المصححة لشهر يناير

= ٤٣٧,٥ مم + ٤٧,٠ مم = ٤٨٤,٥ مم/سنة.

المجموع التراكمي لشهر إبريل قبل التصحيح + كمية قياسات الأمطار المصححة لشهر أبريل

= ١٥٥٩,١ مم + ٢٠,٠ مم = ١٥٧٩,١ مم/سنة.

*- طرق تقدير التبخر/النتح.

أ- **<u>معادلة بلاني وكريدل Blaney and Criddle</u>**

تعتمد هذه المعادلة في تقديرها لكمية التبخر/ النتح على عنصر الحرارة وكمية استهلاك النباتات للمياه ونسبة السطوع الشمسي (Lecarpentier, C.,(1975، كما توضحه المعادلة الأساسية لها :

$$ETP = Ktp/100$$

بحيث يمثل :

ETP = كمية التبخر/ النتح الكامن (بوصة).

K = معامل استهلاك النبات للماء وهو يتراوح بين ٠,٥ و ٠,٩ .

t = معدل درجة الحرارة للفترة المدروسة (F^o) .

p = نسبة السطوع الشمسي للفترة إلى كمية السطوع الشمسي السنوي.

ب- **معادلة هولدريدج Holdridge**

وتعتمد هذه المعادلة على عنصر الحرارة في تقدير التبخر/النتح Lecarpentier, C.,(1975,) وفقاً للمعادلات الأساسية التالية :

[1] $$ETP = 5\,t$$

وهي خاصة بشهور السنة من فئة ٣١ يوماً.

[2] $$ETP = 4.84\,t$$

وهي خاصة بشهور السنة من فئة ٣٠ يوماً.

[3] $$ETP = 4.56\,t$$

وهي خاصة بشهر فبراير، بحيث يمثل t = معدل درجة الحرارة الشهري (م^o).

ج- معادلة بنمان **Penman**

وتعتمـد هذه المعادلـة على عنصـري الرياح وبخار الماء في حساب كمية التبخر/نتح Lecarpentier, C.,(1975) وفقاً للمعادلة الأساسية :

$$ETP = 0.22 \times 10^{-3} (q_s - q) (0.93 + u_2)$$

بحيث يمثل :

ETP = كمية التبخر/النتح الكامن بوحدة (كلغ/م٢ /يوم).

q_s = نسـبة الرطوبة (بخار الماء) للهواء المشبع عند درجة حرارة مماثلة لدرجة حرارة المسطح المائي المتبخر.

q = نسبة الرطوبة (بخار الهواء) للهواء فوق المسطح المائي المتبخر.

u_2 = سرعة الرياح (م/ثا) على ارتفاع ٢ م من السطح المائي المتبخر.

د- معادلة ثورنثوايت **Thornthwaite**

تعـتمد هـذه المعادلة في تقـديرها لكميـة التبخـر/النتـح على عنصـر الحـرارة Lecarpentier, C.,(1975) اعتماداً على الصيغة التالية :

$$ETP = Ct^a$$

بحيث يمثل :

ETP = كمية التبخر/النتح الكامن (مم/شهر).

C = ثابت يساوي ١,٦

t = متوسط درجة الحرارة الشهري (م^o).

a = ثابت ويحسب بواسطة المعادلة الآتية :

$$a = (1.6 / 100) I + 0.5$$

بحيث يمثل **I** مجموع قيم المعامل الحراري **i** لكل شهور السنة وهو يحسب كما يلي :

$$i = (t / 5)^{1.514}$$

وعليه بحيث يمثل **t** المعدل الشهري للحرارة (م^o).

وعليه تصبح الصيغة النهائية لمعادلة ثورنثوايت كالتالي :

$$ETP = \left[1.6 \left(10t / I\right)^a\right]$$

ملحق (هـ)

معدل الأمطار للفئات السنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

الفئات	اسم المحطة	الارتفاع (م)	البعد عن البحر (كم)	اتجاه السفوح	المعدل المطلق للأمطار (مم)	المعدل الفعلي للأمطار (مم)	الأمطار القصوى مم	السنة	الأمطار الصغرى مم	السنة
الأولى	النماص	٢٦٠٠	١٣٣	الغربية	٤١٨,٣	٤٧٤,٩	٨٧٦,٠	١٩٩٥	٢٢٥,٢	١٩٨٤
	تمنية	٢٣٠٠	١٢٥	الجنوبية	٣٨٥,٠	٥٣٤,٨	٧٢٩,٠	١٩٧٢	١٦,٠	١٩٧٤
	السودة	٢٨٢٠	٩٥	الشمالية	٣٣٢,٩	٥١٣,٢	٦١٤,٤	١٩٧٦	٢,٦,٠	١٩٧٣
	بللسمر	٢٢٥٠	١٢٠	الشمال الشرقي	٣٠٢,٦	٥٠١,٦	٥٦٨,٢	١٩٨٩	٥٤,٠	١٩٧٣
	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	الشمالية	٢٦٤,٨	٢٩٨,١	٥٢٩,٠	١٩٧٠	٨٦,٦	١٩٧٧
	علكم	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٣٣٢,٧	٤٤٧,٣	٣٣٥,٠	١٩٨٩	١٥٩,٣	١٩٨٤
	آل عامر	٢٢٥٠	١٣٨	الشرقية	٢٩١,٣	٤٠٨,١	٥٣٠,٨	١٩٩٧	٨٩,٠	١٩٨٤
	أبها	٢٢٠٠	١١٣	الشرقية	٢٩٦,٨	٣٧٨,٧	٥١٩,٥	١٩٨٥	٧٢,٠	١٩٨٤
	خميس مشيط	٢٠٩٥	١٣٨	الشمالية	٢٤٣,٤	٢٧٨,٣	٧٣٠,٩	١٩٧٠	٧٩,٠	١٩٨١
الثانية	الخرجة	٢٣٥٠	١٨٨	الشمال الشرقي	١٦١,١	٤٦٣,١	٥٨١,٠	١٩٩٧	٣١,٠	١٩٨٧
	تنومة	٢١٠٠	١٠٠	الشمال الشرقي	٢٦٤,٧	٤٩٢,١	٥٩٨,٥	١٩٩٥	١٣,٤	١٩٨٤
	الزهراء	٢٤٠٠	١٠٠	الشرقية	٢٦٠,٣	٤٣٠,٥	٦١٩,٣	١٩٩٧	٦١,٠	١٩٨٨
	صبح بللحمر	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٢٣٥,٥	٣٣٦,٥	٣٥٨,٥	١٩٨٩	٢٥,٦	١٩٩٢
	سبت العلايا	١٨٥٠	١١٣	الشمالية	٢٠٨,٨	٢٦٣,٩	٦٤٦,٦	١٩٧٥	٢٢,٨	١٩٧١
	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	الشمالية	٢٠٥,٥	٣٠٢,٧	٤٤٨,٥	١٩٧٨	١٦,٠	١٩٨٤
	مركز بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	الشمالية	٢١٣,٥	٢٥٦,٣	٤٤٨,٤	١٩٧٦	٧٦,٨	١٩٨٢
	تندحة	١٩٠٠	١٦٣	الشمالية	١٧٢,٣	٢٣٠,٧	٣٣٨,٢	١٩٩٢	٧٥,٢	١٩٧٤
	ظهران الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	الشرقية	١٨١,٦	٢٩١,٢	٣٢٧,٣	١٩٩٢	٢٩,٠	١٩٨٤
الثالثة	بني مالك	١٩٨٠	١٠٨	الشمال الغربي	١٣١,٣	٣٤٤,٤	٣١٧,٧	١٩٨٠	٣,٠	١٩٩١
	يعرى	١٨٨٠	١٨٨	الشمالية	١٢١,٥	٣٦٢,٥	٣٠,١	١٩٨١	١٥,٥	١٩٧٠
	المواين	٢١٥٠	١٤٥	الشمال الغربي	١٢٦,٢	٣٥٧,٢	٣٥٢,٩	١٩٧٦	٦,٢	١٩٨٢
	بني ثور	١٧٠٠	١٦٣	الشمال الغربي	٨٠,٩	٢٣٥,٠	٢٥٢,٣	١٩٩٧	٦,٢	١٩٧٧
	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	الشمالية	٨٤,٤	٢٦٨,٨	١٩٧,١	١٩٨٦	٣,٣	١٩٨٠
	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	الشمالية	٩٣,٧	٣٠٤,٧	٢٥٥,٣	١٩٩٧	١,٢	١٩٧٧
	خيبر الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	الشمالية	١٠٦,٠	٢٤٩,٥	٢٧٧,٣	١٩٨٢	١١,٠	١٩٧٨
الرابعة	أدمة	١٨٥٠	١٣٨	الشمالية	١٣٨,١	١٩٨,٩	٤٨٢;٨	١٩٨٩	١٣,٢	١٩٨٨
	تبالة	١٠٢٠	٢٠٠	الشمال الغربي	١٠٨,٤	٢٥١,٨	٤٥٥,١	١٩٧٥	١١,٠	١٩٧٩
	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	الشمال الشرقي	١٢٧,٣	١٨٩,٠	٣٩٠,٨	١٩٧٢	٠,٢	١٩٩١
	الحني	٢٠٨٠	١٣٠	الشمالية	١١٨,٩	١٥٩,٤	٢٨٦,٥	١٩٩٧	١٣,٨	١٩٩٦
الخامسة	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	الشمالية	٧٦,٩	١٥٠,٤	٢٩٣,٠	١٩٧٥	٢,٤	١٩٧٩
	أبو جنية	١٦٥٠	١٧٥	الشمالية	٧٠,٧	١٣٥,٠	٢٧٠,٨	١٩٧٤	١٢,٠	١٩٧٣
	بيشة	١٠٢٠	٢٥٠	الشمال الشرقي	٧٨,١	١٤١,٧	٢٢٣,٨	١٩٧٥	١١,٤	١٩٩٣
	وادي ابن هشبل	١٦٥٠	١٣٣	الشمال الغربي	٦٧,٧	١٣٣,٣	١٥٧,٤	١٩٩٧	٦,٠	١٩٩٥
	تثليث	٩٧٥	٢٨٨	الشمالية	٦٣,٥	١٣٤,٤	١٢٠,٢	١٩٧٧	١٢,٦	١٩٨٤
	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	الشمالية	٥٤,٢	١٠٤,٦	١٣٧,٦	١٩٧٨	١,٠	١٩٨٤

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ملحـق (و)

نسبة إسهام معدل الأمطار الفصلية المطلقة والفعلية في المعدلات السنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠م – ١٩٩٧م

الفئة	اسم المحطة	الارتفاع (م)	البعد عن البحر كم	اتجاه السفوح	فصل الشتاء				فصل الربيع				فصل الصيف				فصل الخريف				المجموع السنوي	
					مطلق	(%)	فعلي	(%)	مطلق	(%)	فعلي	(%)	مطلق	(%)	فعلي	(%)	مطلق	(%)	فعلي	(%)	المطلق	الفعلي
الأولى	النماص	٢٦٠٠	١٣٣	الغربي	١٢٤,٥	٣٠	١٤٠,٤	٣٠	٢٠٢,٣	٤٨	٢١٠,١	٤٤	٥١,٠	١٢	٦٧,٤	١٤	٤٠,٤	١٠	٥٧,٠	١٢	٤١٨,٣	٤٧٤,٩
	تمنية	٢٣٠٠	١٢٥	الجنوبي	٦٨,١	١٨	١١٣,٣	٢١	١٩٠,٢	٤٩	٢٣٤,٩	٤٤	٨٧,٦	٢٣	١١٢,٩	٢١	٣٩,١	١٠	٧٣,٧	١٤	٣٨٥,٠	٥٣٤,٨
	بللسمر	٢٢٥٠	١٢٠	ش الشرقي	٥٩,٣	٢٠	١١٦,٦	٢٣	٢٠٥,٨	٦٨	٢٦٤,٦	٥٣	١٦,٤	٥	٤٩,٩	١٠	٢١,٢	٧	٧٠,٤	١٤	٣٠٢,٦	٥٠١,٦
الثانية	تنومة	٢١٠٠	١٠٠	ش الشرقي	٧٠,٣	٢٧	١٤٩,٨	٣٠	١٦٠,٥	٦١	٢٣١,٨	٤٧	١٥,٨	٦	٥٢,٧	١١	١٨,١	٧	٥٧,٧	١٢	٢٦٤,٧	٤٩٢,١
	علكم	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٢٨,٤	٩	٥٥,٢	١٢	١٤٩,٨	٤٥	١٨٩,٢	٤٢	١١٩,٢	٣٦	١٣٣,٣	٣٠	٣٥,٣	١١	٦٩,٥	١٦	٣٣٢,٧	٤٤٧,٣
	ص. بللحمر	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٣٩,٤	١٧	٧٣,٣	٢٢	١٤٨,٧	٦٣	١٦٨,٣	٥٠	٣٠,٤	١٣	٤٦,٤	١٤	١٧,٠	٧	٤٨,٦	١٤	٢٣٥,٥	٣٣٦,٥
	سبت العلايا	١٨٥٠	١١٣	الشمالية	٣٩,٨	١٩	٥٥,٦	٢١	١١٩,٥	٥٧	١٤١,٥	٥٤	٢٩,٨	١٤	٣٧,٨	١٤	١٩,٨	٩	٢٨,٩	١١	٢٠٨,٨	٢٦٣,٩
	آل عامر	٢٢٥٠	١٣٨	الشرقية	٤٢,٥	١٥	٧٩,٣	١٩	١٤٣,٣	٤٩	١٧٦,٢	٤٣	٨١,٨	٢٨	٩٧,٢	٢٤	٢٣,٨	٨	٥٥,٥	١٤	٢٩١,٣	٤٠٨,١
	خ. مشيط	٢٠٩٥	١٣٨	الشمالية	٣٥,٥	١٥	٥٢,٦	١٩	١١١,٧	٤٦	١١٧,٦	٤٢	٧٢,٧	٣٠	٧٣,٨	٢٧	٢٣,٤	١٠	٣٤,٣	١٢	٢٤٣,٤	٢٧٨,٣
	الزهراء	٢٤٠٠	١٠٠	الشرقية	٢٩,٤	١١	٨٧,٠	٢٠	١٦٥,٥	٦٤	١٩٢,٨	٤٥	٣٢,٥	١٢	٥٢,٢	١٢	٣٢,٩	١٣	٩٨,٤	٢٣	٢٦٠,٣	٤٣٠,٥
	السودة	٢٨٢٠	٩٥	الشمالية	٤٦,٦	١٤	١٠٨,٩	٢١	١٤٢,٨	٤٣	١٩٤,٥	٣٨	١٠٤,٢	٣١	١٣٧,٦	٢٧	٣٩,٤	١٢	٧٢,٢	١٤	٣٣٢,٩	٥١٣,٢
	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	الشمالية	٥٢,٨	٢٠	٦٤,٤	٢٢	١٢٧,٩	٤٨	١٣٦,٦	٤٦	٦١,١	٢٣	٦٣,٨	٢١	٢٣,١	٩	٣٣,٣	١١	٢٦٤,٨	٢٩٨,١
	أبها	٢٢٠٠	١١٣	الشرقية	٥٩,٦	٢٠	٨٧,٤	٢٣	١٣٦,٢	٤٦	١٦٦,٤	٤٤	٧٨,٧	٢٧	٩١,٨	٢٤	٢٢,٢	٧	٣٣,١	٩	٢٩٦,٨	٣٧٨,٧
	م.بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	الشمالية	٥٧,٧	٢٧	٧٣,٤	٢٩	١٢٢,٥	٥٧	١٣٤,٠	٥٢	٢٠,٨	١٠	٣٠,٠	١٢	١٢,٥	٦	١٨,٩	٧	٢١٣,٥	٢٥٦,٣
	يعرى	١٨٨٠	١٨٨	الشمالية	٩,٠	٧	٦٠,٢	١٧	٨٥,٩	٧١	١٤٠,٩	٣٩	١٨,٤	١٥	١٠٩,٤	٣٠	٨,١	٧	٥١,٩	١٤	١٢١,٥	٣٦٢,٥

تابع ملحـق (و)

نسبة إسهام معدل الأمطار الفصلية المطلقة والفعلية في المعدلات السنوية في محطات الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

الفئة	اسم المحطة	الارتفاع (م)	البعد عن البحر كم	اتجاه السفوح	فصل الشتاء				فصل الربيع				فصل الصيف				فصل الخريف				المجموع السنوي	
					مطلق	(%)	فعلي	(%)	مطلق	(%)	فعلي	(%)	مطلق	(%)	فعلي	(%)	مطلق	(%)	فعلي	(%)	المطلق	الفعلي
الثالثة	ظ. الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	الشرقية	٢٦,٥	١٤	٥٢,٧	١٩	١١٤,٤	٦١	١٣٥,٤	٤٨	٣١,٢	١٥	٦١,٧	٢١	٩,٧	٥	٤١,٥	١٥	١٨١,٦	٢٩١,٢
	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	الشرقية	٣٩,١	١٩	٥٧,٢	١٩	١٣٠,٤	٦٣	١٦٩	٥٦	٢٣,٣	١١	٤٥,٧	١٥	١٢,٧	٦	٣٠,٨	١٠	٢٠٥,٥	٣٠٢,٧
	تندحة	١٩٠٠	١٦٣	الشمالية	١٩,٥	١١	٥٠,٤	٢٢	٩٧,٦	٥٧	١٠٣,٧	٤٥	٤٢,٢	٢٤	٤٦,٢	٢٠	١٣	٨	٣٠,٤	١٣	١٧٢,٣	٢٣٠,٧
	الحرجة	٢٣٥٠	١٨٨	ش الشرقي	٢٢,٧	١٤	٨٦,٦	١٩	١٠٤,٩	٦٥	١٦٩,٩	٣٧	٢١,٧	١٣	١١٩,١	٢٦	١١,٨	٧	٨٧,٦	١٩	١٦١,١	٤٦٣,١
	الماوين	٢١٥٠	١٤٥	ش الغربي	١١,٢	٩	٨٧,٢	٢٤	٨٥,٨	٦٨	١٤٤,٣	٤٠	١٩,٨	١٦	٦٧,٨	١٩	٩,٤	٧	٥٨,٠	١٦	١٢٦,٢	٣٥٧,٢
	أدمة	١٨٥٠	١٣٨	الشمالية	٤٦,٢	٣٣	٦٦,٨	٣٤	٧٧,٢	٥٦	١٠٥,٠	٥٣	٩,٥	٧	١٧,٠	٩	٥,٢	٤	١٠,٠	٥	١٣٨,١	١٩٨,٩
	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	الشمالية	١٢,٤	١٣	٥٦,١	١٨	٥٩,٩	٦٤	١٢٩,٤	٤٢	١٤,٤	١٥	٥٨,٣	١٩	٧,١	٨	٦٠,٩	٢٠	٩٣,٧	٣٠٤,٧
	تبالة	١٠٢٠	٢٠٠	ش الغربي	١٨,٥	١٧	٤٧,٨	١٨	٧٢,٨	٦٨	١٠٩,٣	٤٤	٨,٨	٨	٤٨,٢	١٩	٨,٣	٨	٤٦,٥	١٩	١٠٨,٤	٢٥١,٨
	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	ش الشرقي	٢٩,٧	٢٣	٤٨,٧	٢٦	٦٩,٣	٥٤	٨٨,٠	٤٧	٢٠,٦	١٦	٢٨,٤	١٥	٧,٦	٦	٢٣,٩	١٣	١٢٧,٣	١٨٩,٠
	بلي مالك	١٩٨٠	١٠٨	ش الغربي	٢٢,٦	١٧	٨٥,١	٢٥	٦٦,١	٥٠	١١٩,٤	٣٥	٣٧,٤	٢٨	٨٠,٦	٢٣	٥,٠	٤	٥٩,٣	١٧	١٣١,٣	٣٤٤,٤
	الحني	٢٠٨٠	١٣٠	الشمالية	١٣,٠	١١	٢١,٩	١٤	٦٦,٤	٥٦	٧٤,٩	٤٧	٢٧,٥	٢٣	٣٥,٥	٢٢	١٢,١	١٠	٢٧,١	١٧	١١٨,٩	١٥٩,٤
	خ. الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	الشمالية	١٢,٥	١٢	٥٥,٧	٢٢	٧٣,٥	٦٩	١٠٧,٤	٤٣	١٠,٣	١٠	٤٣,٣	١٧	٩,٧	٩	٤٣,١	١٧	١٠٦,٠	٢٤٩,٥
الرابعة	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	الشمالية	٧,٠	٨	٧١,٢	٢٦	٦٣,٨	٧٦	٩١,٩	٣٤	١٠,٠	١٢	٧٩,٦	٣٠	٣,٦	٤	٢٦,١	١٠	٨٤,٤	٢٦٨,٨
	بيشة	١٠٢٠	٢٥٠	ش الشرقي	١٠,٤	١٣	٢٧,٩	٢٠	٥٧,٥	٧٤	٧٠,٥	٥٠	٥,٧	٧	٢٥,٣	١٨	٤,٦	٦	١٨,١	١٣	٧٨,١	١٤١,٧
	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	الشمالية	١١,٨	١٥	٢٧,٢	١٨	٥٤,٣	٧١	٦٦,٣	٤٤	٦,٥	٨	٣٩,٤	٢٦	٤,٣	٦	١٧,٦	١٢	٧٦,٩	١٥٠,٤
	بني ثور	١٧٠٠	١٦٣	ش الغربي	٤,٢	٥	٣١,١	١٣	٤٩,٣	٦١	٧٤,٩	٣٢	١٧,٠	٢١	٦١,٥	٢٦	١٠,٣	١٣	٦٧,٤	٢٩	٨٠,٩	٢٣٥,٠
	أبو جنية	١٦٥٠	١٧٥	الشمالية	١٧,٩	٢٥	٤٧,٧	٣٥	٤٢,٨	٦١	٥٤,١	٤٠	٤,٨	٧	١٣,١	١٠	٥,٢	٧	١٩,٩	١٥	٧٠,٧	١٣٥,٠
	تثليث	٩٧٥	٢٨٨	الشمالية	٧,٨	١٢	٢٩,٢	٢٣	٤٨,٨	٦٩	٦٠,٩	٤٣	١,٥	٢	٧,٧	٦	٥,٣	٨	٣٦,٦	٢٨	٦٣,٥	١٣٤,٤
	و. ابن هشبل	١٦٥٠	١٣٣	ش الغربي	٩,٤	١٤	٣٢,١	٢٤	٣٧,٣	٥٥	٤٨,١	٣٦	١٤,٠	٢١	٢٧,٩	٢١	٦,٩	١٠	٢٥,١	١٩	٦٧,٦	١٣٣,٣
	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	الشمالية	٤,٤	٨	١٤,٤	١٤	٤٠,٧	٧٥	٥٢,٦	٥٠	٦,١	١١	٢٢,٣	٢١	٣,٠	٦	١٥,٣	١٥	٥٤,٢	١٠٤,٦

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ملحق (ز)

التغيرات الفصلية لقيم معدلات الأمطار المطلقة والفعلية والقصوى والصغرى في محطات منطقة الدراسة ١٩٧٠ – ١٩٩٧م

الفئة	اسم المحطة	الارتفاع (م)	البعد عن البحر كم	اتجاه السفوح	قيم معدلات الأمطار في الشتاء (مم)						قيم معدلات الأمطار في الربيع (مم)						قيم معدلات الأمطار في الصيف (مم)						قيم معدلات الأمطار في الخريف (مم)					
					المطلقة	الفعلية	القصوى	السنة	الصغرى	السنة	المطلقة	الفعلية	القصوى	السنة	الصغرى	السنة	المطلقة	الفعلية	القصوى	السنة	الصغرى	السنة	المطلقة	الفعلية	القصوى	السنة	الصغرى	السنة
الأول	النماص	٢٦٠٠	١٣٣	الغربية	١٢٤,٥	١٤٠,٤	٣٧٨,٢	١٩٨٢	١٤,٤	١٩٨١	٢٠٢,٣	٢١٠,١	٣٧٢,٤	١٩٨٧	٣٩,٠	١٩٧٩	٥١,٠	٦٧,٤	١٤٤,٦	١٩٩٧	٠,٨	١٩٩١	٤٠,٤	٥٧,٠	٢٠٣,٦	١٩٩٧	١,٤	١٩٧٤
	تمنية	٢٣٠٠	١٢٥	الجنوبية	٦٨,١	١١٣,٣	٢٠٣,٠	١٩٧٩	٩,٠	١٩٧٦	١٩٠,٢	٢٣٤,٩	٤٨٩,٤	١٩٧٢	١٦,٠	١٩٨٤	٨٧,٦	١١٢,٩	٢٤٠,٤	١٩٩٢	٥,٠	١٩٨١	٣٩,١	٧٣,٧	١٥٥,٦	١٩٩٧	١,٠	١٩٩٥
	بللسمر	٢٢٥٠	١٢٠	ش الشرقي	٥٩,٣	١١٦,٦	٢٤٤,٦	١٩٨٩	٩,٠	١٩٩٤	٢٠٥,٨	٢٦٤,٦	٤١٢,٠	١٩٨٠	٥١,٠	١٩٧٣	١٦,٤	٤٩,٩	١٠٠,٩	١٩٩٢	٤,٥	١٩٩١	٢١,٢	٧٠,٤	١٦٨,٧	١٩٩٧	١,٥	١٩٧٣
الثانية	تنومة	٢١٠٠	١٠٠	ش الشرقي	٧٠,٣	١٤٩,٨	٢٩٦,٥	١٩٨٢	١٧,٠	١٩٩٠	١٦٠,٥	٢٣١,٨	٥٦٢,٠	١٩٩٠	١٣,٤	١٩٧٤	١٥,٨	٥٢,٧	٨٦,٥	١٩٧١	٢,٥	١٩٩١	١٨,١	٥٧,٧	٨٥,٩	١٩٩٧	٣,٠	١٩٨٩
	علكم	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٢٨,٤	٥٥,٢	١٤٩,٠	١٩٨٣	١,١	١٩٨٤	١٤٩,٨	١٨٩,٢	٣١٩,٣	١٩٨٥	٢٠,٩	١٩٧٧	١١٩,٢	١٣٣,٣	٢٠٩,٧	١٩٧٧	٢٤,٥	١٩٩١	٣٥,٣	٦٩,٥	١٥٦,٠	١٩٧٠	٣,٢	١٩٨٩
	صبح بللحمر	٢٢٠٠	١١٣	الشمالية	٣٩,٤	٧٣,٣	١١٩,٦	١٩٨٢	٤,٨	١٩٧٤	١٤٨,٧	١٦٨,٣	٢٦٩,٥	١٩٩٥	٢٥,٦	١٩٨٤	٣٠,٤	٤٦,٤	١٢٨,٠	١٩٧٩	٤,٧	١٩٩٤	١٧,٠	٤٨,٦	١١٥,٦	١٩٩٧	٣,٠	١٩٨٩
	سبت العلايا	١٨٥٠	١١٣	الشمالية	٣٩,٨	٥٥,٦	١٤٧,٠	١٩٧٥	٠,٢	١٩٨٧	١١٩,٥	١٤١,٥	٣٦٢,٠	١٩٧٥	١١,٥	١٩٧٩	٢٩,٨	٧٣,٨	١٢٧,٢	١٩٩٢	٢,٢	١٩٨٤	١٩,٨	٢٨,٩	٩٤,٢	١٩٩٢	١,٦	١٩٨٨
	آل عامر	٢٢٥٠	١٣٨	الشرقية	٤٢,٥	٧٩,٣	١٨٥,٩	١٩٨٢	٢,٠	١٩٨١	١٤٣,٣	١٧٦,٢	٣٠٨,٧	١٩٧١	٣٥,٧	١٩٧٣	٨١,٨	٩٧,٢	١٧٥,٧	١٩٧٩	٣١,٨	١٩٨٢	٢٣,٨	٥٥,٥	٨٥,٥	١٩٩٧	٧,٩	١٩٧٥
	خ. مشيط	٢٠٩٥	١٣٨	الشمالية	٣٥,٥	٥٢,٦	١٩٢,١	١٩٧٠	٠,١	١٩٨٤	١١١,٧	١١٧,٦	٢٤٣,٠	١٩٧٠	١٢,٤	١٩٧٣	٧٢,٧	٧٣,٨	٢٤٢,٠	١٩٧٢	١٢,٦	١٩٨٠	٢٣,٤	٣٤,٣	٦٠,٤	١٩٧٠	٠,٢	١٩٧٨
	الزهراء	٢٤٠٠	١٠٠	الشرقية	٢٩,٤	٨٧,٠	١١٤,٠	١٩٧٣	٦,٤	١٩٧١	١٦٥,٥	١٩٢,٨	٤٠١,٠	١٩٨٥	٢٤,٧	١٩٧٩	٣٢,٥	٥٢,٢	٩٥,٦	١٩٨٨	٤,٠	١٩٩٤	٣٢,٩	٩٨,٤	٢٤٠,٧	١٩٩٧	٦,٠	١٩٨٨
	السودة	٢٨٢٠	٩٥	الشمالية	٤٦,٦	١٠٨,٩	١٧٩,١	١٩٨٢	٠,٢	١٩٩٧	١٤٢,٨	١٩٤,٥	٣٧٩,٤	١٩٨٥	٢,٦	١٩٨٤	١٠٤,٢	١٣٧,٦	٢١٥,٥	١٩٧٥	١٥,٣	١٩٨٣	٣٩,٤	٧٢,٢	١٤٨,٨	١٩٩٧	٢,٣	١٩٩٦
	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	الشمالية	٥٢,٨	٦٤,٤	١٦٩,٤	١٩٩٢	٢,٠	١٩٧٦	١٢٧,٨	١٣٦,٦	٣٦٠,٧	١٩٧٤	١٠,٥	١٩٧٣	٦١,١	٦٣,٨	١٣٣,٠	١٩٧٢	٢٢,٠	١٩٨٣	٢٣,١	٣٣,٣	٩٣,٠	١٩٧٠	٣,٠	١٩٨٤
	أبها	٢٢٠٠	١١٣	الشرقية	٥٩,٦	٨٧,٤	٢٥١,٨	١٩٨٢	٠,٣	١٩٧٦	١٣٦,٢	١٦٦,٤	٣٥٦,٨	١٩٨٥	١٥,٠	١٩٧٢	٧٨,٧	٩١,٨	٢٠٤,٠	١٩٩٢	٥,٤	١٩٨٠	٢٢,٢	٣٣,١	٩٨,٤	١٩٩٢	١,٠	١٩٨٩
	م. بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	الشمالية	٥٧,٧	٧٣,٤	٢٠٤,٦	١٩٧٣	٠,٤	١٩٨٧	١٢٢,٥	١٣٤,٠	٣١٩,٦	١٩٧٦	٨,٢	١٩٨٩	٢٠,٨	٣٠,٠	١٣٨,٧	١٩٩٢	٠,٢	١٩٩١	١٢,٥	١٨,٩	٧٠,٨	١٩٩٧	١,٢	١٩٨٧
	بعرى	١٨٨٠	١٨٨	الشمالية	٩,٠	٦٠,٢	٨٨,٠	١٩٧٨	١,٠	١٩٧٤	٨٥,٩	١٤٠,٩	٣٠١,٠	١٩٨١	٩,٥	١٩٩٢	١٨,٤	١٠٩,٤	١٨٠,٠	١٩٧٨	١,٠	١٩٨٤	٨,١	٥١,٩	٦٩,٠	١٩٩٧	٠,٩	١٩٧٥
الثالثة	ظهران الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	الشرقية	٢٦,٥	٥٢,٧	١١٢,٠	١٩٧٨	٠,٣	١٩٧٤	١١٤,٤	١٣٥,٤	٢٩٧,٠	١٩٧١	٥,٠	١٩٧٣	٣١,٢	٦١,٧	١٣٦,٠	١٩٩٢	٣,٠	١٩٩٠	٩,٧	٤١,٥	١١٦,٠	١٩٧٧	٠,٢	١٩٨٠
	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	الشرقية	٣٩,١	٥٧,٢	١٥٣,٤	١٩٧٩	٠,٦	١٩٩٤	١٣٠,٤	١٦٩,٠	٢٨٧,٠	١٩٧٢	٣,٠	١٩٩٥	٢٣,٣	٤٥,٧	١٤٨,٤	١٩٧٨	٠,٢	١٩٩٢	١٢,٧	٣٠,٨	٧٥,٤	١٩٩٧	٠,٦	١٩٨٨
	تندحة	١٩٠٠	١٦٣	الشمالية	١٩,٥	٥٠,٤	٨٢,٧	١٩٧٣	٢,٠	١٩٧٥	٩٧,٦	١٠٣,٧	٢٦٩,١	١٩٧٤	١٧,٥	١٩٩٢	٤٢,٢	٤٦,٢	٢٠٧,٩	١٩٩٢	٤,٨	١٩٨٦	١٣,٠	٣٠,٤	٩٥,٠	١٩٩٢	١,٢	١٩٩٥
	الحرجة	٢٣٥٠	١٨٨	ش الشرقي	٢٢,٧	٨٦,٦	٩٠,٠	١٩٧٩	٠,٣	١٩٩٢	١٠٤,٩	١٦٩,٩	٣٠٧,٠	١٩٩٧	١٧,٣	١٩٧٣	٢١,٧	١١٩,١	١٤٠,٠	١٩٩٢	١٠,٠	١٩٩٤	١١,٨	٨٧,٦	١٨٤,٠	١٩٩٧	٣,٠	١٩٨٦
	المأوين	٢١٥٠	١٤٥	ش الغربي	١١,٢	٨٧,٢	١٤٨,٧	١٩٧٣	٠,٥	١٩٨٦	٨٥,٨	١٤٤,٣	٣١٣,٣	١٩٧٦	٠,٦	١٩٨٣	١٩,٨	٦٧,٨	١١٨,٠	١٩٩٢	٠,٥	١٩٨٥	٩,٤	٥٨,٠	٨١,٠	١٩٩٧	٠,٥	١٩٨٩
	أدمة	١٨٥٠	١٣٨	الشمالية	٤٦,٢	٦٦,٨	٢٣٠,٨	١٩٨٩	٢,٠	١٩٩٤	٧٧,٢	١٠٥,٠	٣٢٦,٦	١٩٧٤	١,٨	١٩٩٢	٩,٥	١٧,٠	٥٤,٠	١٩٧٤	٠,٢	١٩٩١	٥,٢	١٠,٠	٢٢,٢	١٩٧٥	٠,٢	١٩٩١
	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	الشمالية	١٢,٤	٥٦,١	٧٦,٠	١٩٨٣	٠,٣	١٩٩٧	٥٩,٩	١٢٩,٤	١٧٨,٨	١٩٩٧	٠,٤	١٩٨٣	١٤,٤	٥٨,٣	٥٩,٤	١٩٨٤	١,٢	١٩٩٧	٧,١	٦٠,٩	٦٤,٥	١٩٩٧	٠,٤	١٩٧٣
	تبالة	١٠٢٠	٢٠٠	ش الغربي	١٨,٥	٤٧,٨	١٠٠,٤	١٩٧٣	١,٢	١٩٨٤	٧٢,٨	١٠٩,٣	٣٨٤,٠	١٩٧٥	٢٠,٠	١٩٩٢	٨,٨	٤٨,٢	٧٣,٠	١٩٩٧	٠,٢	١٩٧٣	٨,٣	٤٦,٥	٩٦,٧	١٩٩٧	٢,٣	١٩٨٩
	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	ش الشرقي	٢٩,٧	٤٨,٧	١٥٥,٨	١٩٨٣	٠,٢	١٩٩٤	٦٩,٣	٨٨,٠	٣٠٥,٨	١٩٧٤	٠,٢	١٩٩٢	٢٠,٦	٢٨,٤	٧٦,٦	١٩٨١	٠,٢	١٩٨٨	٧,٦	٢٣,٩	٥٥,٤	١٩٧٩	٠,٢	١٩٩١
	بني مالك	١٩٨٠	١٠٨	ش الغربي	٢٢,٦	٨٥,١	١٠١,٤	١٩٧٣	٥,٩	١٩٧١	٦٦,١	١١٩,٤	٢٢١,٣	١٩٦٧	٨,٢	١٩٧٩	٣٧,٤	٨٠,٦	١٨٩,٧	١٩٧٧	٣,٠	١٩٩١	٥,٠	٥٩,٣	٤٢,٨	١٩٩٧	٢,٥	١٩٧١
	الحني	٢٠٨٠	١٣٠	الشمالية	١٣,٠	٢١,٩	٨٢,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٩	٦٦,٤	٧٤,٩	١٨٦,٨	١٩٨٥	١٢,٠	١٩٩٥	٢٧,٥	٣٥,٥	٧٧,٨	١٩٧١	٠,٨	١٩٩١	١٢,١	٢٧,١	١٠٥,٥	١٩٩٧	٠,٢	١٩٩٥
	خ. الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	الشمالية	١٢,٥	٥٥,٧	٨٠,٣	١٩٨٠	٣,٠	١٩٨٨	٧٣,٥	١٠٧,٤	٢٠١,٠	١٩٨٢	١١,٠	١٩٧٨	١٠,٣	٤٣,٣	٤٨,٠	١٩٩٢	٢,١	١٩٨٤	٩,٧	٤٣,١	٧٧,٠	١٩٩٧	١,٠	١٩٧٥
الرابعة	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	الشمالية	٧,٠	٧١,٢	٥٠,٠	١٩٧٣	٦,٠	١٩٧٠	٦٣,٨	٩١,٩	١٨٤,١	١٩٨٦	٣,٣	١٩٨٠	١٠,٠	٧٩,٦	٦٨,٠	١٩٩٢	٨,٠	١٩٧٣	٣,٦	٢٦,١	٢٨,٤	١٩٩٧	٣,٠	١٩٨٦
	بيشة	١٠٢٠	٢٥٠	ش الشرقي	١٠,٤	٢٧,٩	٥٠,٧	١٩٧٣	٠,٢	١٩٨٤	٥٧,٥	٧٠,٥	١٧٥,٨	١٩٧٥	١٦,٠	١٩٧٨	٥,٧	٢٥,٣	٦٩,٨	١٩٩٢	٠,٢	١٩٩٠	٤,٦	١٨,١	٤٥,٦	١٩٩٢	٠,٥	١٩٧٦
	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	الشمالية	١١,٨	٢٧,٢	٧٠,٤	١٩٧٨	٠,٢	١٩٨١	٥٤,٣	٦٦,٣	٢٣٥,٤	١٩٧٥	١,٨	١٩٨٤	٦,٥	٣٩,٤	٧٩,٠	١٩٩٢	٠,٤	١٩٨٨	٤,٣	١٧,٦	٣٤,٨	١٩٩٧	٠,٢	١٩٨١
	بني ثور	١٧٠٠	١٦٣	ش الغربي	٤,٢	٣١,١	١٨,٥	١٩٨٥	٥,٢	١٩٧٥	٤٩,٣	٧٤,٩	١٣٩,٧	١٩٩٧	١١,٠	١٩٨٩	١٧,٠	٦١,٥	٧١,١	١٩٩٢	٢,١	١٩٩٥	١٠,٣	٦٧,٤	٧٤,٧	١٩٩٧	٤,٥	١٩٧٠
	أبو حنية	١٦٥٠	١٧٥	الشمالية	١٧,٩	٤٧,٧	١٢٠,٠	١٩٧٤	٠,٢	١٩٩١	٤٢,٨	٥٤,١	١٤٧,٤	١٩٧٤	٥,٠	١٩٧٨	٤,٨	١٣,١	٤٧,٨	١٩٧٥	٠,٤	١٩٧٦	٥,٢	١٩,٩	٢٠,٠	١٩٨٦	٠,٢	١٩٩٠
	تثليث	٩٧٥	٢٨٨	الشمالية	٧,٨	٢٩,٢	٣١,٤	١٩٧٨	٣,٠	١٩٧٦	٤٨,٨	٦٠,٩	١١٨,٧	١٩٩٤	٧,٠	١٩٩٥	١,٥	٧,٧	١٩,٢	١٩٩٢	٠,١	١٩٩٦	٠,٣	٣٦,٦	٥٢,٠	١٩٩٧	٢,٠	١٩٨٠
	و.ابن هشبل	١٦٥٠	١٣٣	ش الغربي	٩,٤	٣٢,١	٥٠,٤	١٩٧٧	١,٠	١٩٨٧	٣٧,٣	٤٨,١	٩٠,٩	١٩٧٥	٥,٠	١٩٩٢	١٤,٠	٢٧,٩	٩٥,٠	١٩٧٨	١,٠	١٩٧٢	٦,٩	٢٥,١	٦٩,٥	١٩٩٧	١,٠	١٩٩٤
	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	الشمالية	٤,٤	١٤,٤	٣٦,٦	١٩٧٨	٠,٢	١٩٨٧	٤٠,٧	٥٢,٦	١١٤,٤	١٩٧٦	٠,٤	١٩٩٢	٦,١	٢٢,٣	٤٧,٤	١٩٧٨	٠,٦	١٩٩٥	٣,٠	١٥,٣	٤٧,٨	١٩٧٧	١,٤	١٩٨٤

ملحق (ح)

معدلات ونسب الأمطار المطلقة الشهرية والفصلية والسنوية في محطات منطقة الدراسة ١٩٧٠ــ ١٩٩٧م

اسم المحطة	يناير	%	فبراير	%	مارس	%	ابريل	%	مايو	%	يونيو	%	يوليو	%	اغسطس	%	سبتمبر	%	اكتوبر	%
ابها	٢٠,٩	٠,١١	٣٢,٢	٠,١٨	٣٩,١	٠,٢١	٥٦,٦	٠,٣١	٤٠,٥	٠,٢٢	١٥,٣	٠,٠٨	٢٧,٠	٠,١٥	٣٦,٥	٠,٢٠	٨,١	٠,٠٤	٨,٠	٠,٠٤
ابو جنية	٥,٤	٠,٠٣	٨,١	٠,٠٤	٨,٥	٠,٠٥	٢١,٠	٠,١١	١٣,٢	٠,٠٧	١,١	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	٢,٢	٠,٠١	١,٤	٠,٠١	١,٥	٠,٠١
ادمة	١٨,٧	٠,١٠	١٤,٥	٠,٠٨	٣٤,٦	٠,١٩	٢٤,١	٠,١٣	١٨,٦	٠,١٠	١,٧	٠,٠١	١,٦	٠,٠١	٦,٢	٠,٠٣	١,٠	٠,٠١	١,٠	٠,٠١
ال عامر	١٥,٧	٠,٠٩	٢١,٥	٠,١٢	٣٧,١	٠,٢٠	٥٥,٤	٠,٣٠	٥٠,٨	٠,٢٨	١٣,٢	٠,٠٧	٢٠,٠	٠,١١	٤٨,٦	٠,٢٦	٨,٦	٠,٠٥	٨,٩	٠,٠٥
بني ثور	١,٨	٠,٠١	٢,١	٠,٠١	١٠,٠	٠,٠٥	٢٥,٠	٠,١٤	١٤,٣	٠,٠٨	٥,١	٠,٠٣	٤,١	٠,٠٢	٧,٨	٠,٠٤	٣,٢	٠,٠٢	٢,١	٠,٠١
بني مالك	٥,٥	٠,٠٣	١٣,١	٠,٠٧	٢٥,٧	٠,١٤	٢١,٢	٠,١٢	١٩,٣	٠,١١	٤,٨	٠,٠٣	١٦,٤	٠,٠٩	١٦,٢	٠,٠٩	٠,٥	٠,٠٠	١,٣	٠,٠١
بيشة	٤,١	٠,٠٢	٢,٨	٠,٠٢	١٣,٧	٠,٠٧	٣٢,٠	٠,١٧	١١,٧	٠,٠٦	١,٢	٠,٠١	٠,٢	٠,٠٠	٤,٤	٠,٠٢	٠,٠	٠,٠٠	١,٧	٠,٠١
بالسمر	٢٧,٥	٠,١٥	١٥,١	٠,٠٨	٤١,٢	٠,٢٢	١٠٦,١	٠,٥٨	٥٨,٥	٠,٣٢	٣,٣	٠,٠٢	٣,٤	٠,٠٢	٩,٧	٠,٠٥	٢,٠	٠,٠١	٦,٠	٠,٠٣
تاجر	٣,٨	٠,٠٢	٦,٣	٠,٠٣	١٤,٦	٠,٠٨	٣٠,٩	٠,١٧	١٤,٤	٠,٠٨	٤,٧	٠,٠٣	١,٦	٠,٠١	٨,١	٠,٠٤	١,١	٠,٠١	٢,٥	٠,٠١
تبالة	٧,٨	٠,٠٤	٤,٩	٠,٠٣	١٨,٤	٠,١٠	٣٦,٥	٠,٢٠	١٧,٩	٠,١٠	٢,٩	٠,٠٢	٠,٢	٠,٠٠	٥,٧	٠,٠٣	٠,١	٠,٠٠	٣,٣	٠,٠٢
تثليث	٤,٤	٠,٠٢	٢,٤	٠,٠١	١٨,٠	٠,١٠	٢٥,٥	٠,١٤	٥,٣	٠,٠٣	٠,٢	٠,٠٠	٠,١	٠,٠٠	١,٢	٠,٠١	٠,٢	٠,٠٠	٣,٥	٠,٠٢
تندحة	٦,٣	٠,٠٣	٨,٩	٠,٠٥	٢٧,٥	٠,١٥	٣٣,٧	٠,١٨	٣٦,٤	٠,٢٠	٥,٢	٠,٠٣	١٥,٤	٠,٠٨	٢١,٥	٠,١٢	٣,٠	٠,٠٢	٢,٧	٠,٠١
تمنية	٢٥,٠	٠,١٤	٢٧,٦	٠,١٥	٦١,٤	٠,٣٣	٧٥,٤	٠,٤١	٥٣,٤	٠,٢٩	١٣,٠	٠,٠٧	٢٥,٢	٠,١٤	٤٩,٤	٠,٢٧	٨,٤	٠,٠٥	١٧,٥	٠,١٠
تنومة	٣٢,٦	٠,١٨	١٩,٤	٠,١١	٣٦,٤	٠,٢٠	٨٣,٠	٠,٤٥	٤١,١	٠,٢٢	٣,٤	٠,٠٢	١,٧	٠,٠١	١٠,٧	٠,٠٦	٣,٩	٠,٠٢	٣,٩	٠,٠٢
الجوف	٣,٠	٠,٠٢	٢,٥	٠,٠١	١٨,١	٠,١٠	٢٦,٩	٠,١٥	١٨,٨	٠,١٠	٢,٢	٠,٠١	٥,٤	٠,٠٣	٢,٤	٠,٠١	٠,٠	٠,٠٠	١,٦	٠,٠١
الحرجة	٧,٠	٠,٠٤	١١,٤	٠,٠٦	٣٠,٩	٠,١٧	٣٨,٧	٠,٢١	٣٥,٤	٠,١٩	٧,٠	٠,٠٤	٥,٠	٠,٠٣	٩,٦	٠,٠٥	٠,٠	٠,٠٠	٧,٠	٠,٠٤
الحيفة	٣,٤	٠,٠٢	٥,٤	٠,٠٣	١٣,٠	٠,٠٧	٢٥,١	٠,١٤	١٦,١	٠,٠٩	١,٨	٠,٠١	٠,٥	٠,٠٠	٤,٢	٠,٠٢	٠,٠	٠,٠٠	١,٣	٠,٠١
الحني	٤,٨	٠,٠٣	٤,٥	٠,٠٢	١٧,٨	٠,١٠	٢٠,٦	٠,١١	٢٨,٠	٠,١٥	٦,٢	٠,٠٣	٩,٩	٠,٠٥	١١,٤	٠,٠٦	٢,٦	٠,٠١	٦,٣	٠,٠٣
خميس مشيط	١٥,٠	٠,٠٨	١٢,٩	٠,٠٧	٤٣,٢	٠,٢٤	٣١,٦	٠,١٧	٣٦,٩	٠,٢٠	١٣,٧	٠,٠٧	٢٢,٥	٠,١٢	٣٦,٥	٠,٢٠	٩,٠	٠,٠٥	٦,١	٠,٠٣
خبير الجنوب	٧,٢	٠,٠٤	٤,٠	٠,٠٢	١٥,٠	٠,٠٨	٣٧,٣	٠,٢٠	٢١,٢	٠,١٢	٣,٥	٠,٠٢	٢,٦	٠,٠١	٤,٣	٠,٠٢	٠,٥	٠,٠٠	٤,٤	٠,٠٢
الزهراء	١٠,٠	٠,٠٥	١١,٢	٠,٠٦	٢٧,٤	٠,١٥	٦٤,٤	٠,٣٥	٧٣,٦	٠,٤٠	٩,٨	٠,٠٥	٨,٨	٠,٠٥	١٣,٩	٠,٠٨	٥,٣	٠,٠٣	١٢,٢	٠,٠٧
سراة عبيدة	٨,٩	٠,٠٥	١٧,٤	٠,٠٩	٢٦,١	٠,١٤	٢١,٥	٠,١٢	٢١,٧	٠,١٢	٤,٨	٠,٠٣	٩,٣	٠,٠٥	٦,٥	٠,٠٤	٣,٨	٠,٠٢	١,٣	٠,٠١
سر لعصان	٢١,٩	٠,١٢	٢٤,٠	٠,١٣	٥٧,٠	٠,٣١	٤٠,٢	٠,٢٢	٣٠,٧	٠,١٧	٨,٨	٠,٠٥	٢٠,٨	٠,١١	٣١,٥	٠,١٧	٨,٧	٠,٠٥	٧,٩	٠,٠٤
السودة	١٨,٢	٠,١٠	١٨,٠	٠,١٠	٣٣,٤	٠,١٨	٥١,٥	٠,٢٨	٥٧,٩	٠,٣٢	١٣,٦	٠,٠٧	٢٨,٠	٠,١٥	٦٢,٦	٠,٣٤	٢١,٠	٠,١١	٨,٠	٠,٠٤
سبت العلايا	١٤,٤	٠,٠٨	١٣,٠	٠,٠٧	٢٩,٤	٠,١٦	٥٩,٢	٠,٣٢	٣٠,٨	٠,١٧	٥,٦	٠,٠٣	٧,٨	٠,٠٤	١٦,٤	٠,٠٩	٥,٥	٠,٠٣	٣,٤	٠,٠٢
صبح بالحمر	١٥,٤	٠,٠٨	١٢,٨	٠,٠٧	٣٦,٥	٠,٢٠	٨١,٥	٠,٤٤	٣٠,٧	٠,١٧	١,٨	٠,٠١	٨,٥	٠,٠٥	٢٠,١	٠,١١	٣,١	٠,٠٢	٥,٠	٠,٠٣
صمخ	٢,٢	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	٩,٥	٠,٠٥	٢١,٩	٠,١٢	٩,٢	٠,٠٥	٠,٣	٠,٠٠	٢,٦	٠,٠١	٣,٢	٠,٠٢	٠,٠	٠,٠٠	١,٨	٠,٠١
ظهران الجنوب	١٠,٥	٠,٠٦	١٠,٥	٠,٠٦	٣٧,٦	٠,٢١	٤٩,٥	٠,٢٧	٢٧,٢	٠,١٥	٤,٨	٠,٠٣	٧,٤	٠,٠٤	١٩,٠	٠,١٠	٠,٣	٠,٠٠	٧,١	٠,٠٤
عبالة	٢٠,١	٠,١١	١٠,٠	٠,٠٥	٤٣,٣	٠,٢٤	٥٧,٠	٠,٣١	٣٠,١	٠,١٦	٣,١	٠,٠٢	١٠,١	٠,٠٥	١٠,١	٠,٠٥	١,٥	٠,٠١	٤,٦	٠,٠٢
علكم	١٠,٨	٠,٠٦	١٥,٦	٠,٠٨	٢٦,٤	٠,١٤	٥٩,٧	٠,٣٣	٦٣,٧	٠,٣٥	١٩,٥	٠,١١	٢٩,٠	٠,١٦	٧٠,٧	٠,٣٩	٢٢,٣	٠,١٢	٧,٠	٠,٠٤
الماوين	١,٧	٠,٠١	٢,٢	٠,٠١	١٩,٢	٠,١٠	٣٧,٥	٠,٢٠	٢٩,١	٠,١٦	٢,٢	٠,٠١	٤,٨	٠,٠٣	١٢,٧	٠,٠٧	١,٠	٠,٠١	٣,٩	٠,٠٢
بني عمرو	١٩,٣	٠,١١	١٧,١	٠,٠٩	٢٩,٣	٠,١٦	٤٩,٥	٠,٢٧	٤٣,٦	٠,٢٤	١,٤	٠,٠١	٤,٥	٠,٠٢	١٥,٠	٠,٠٨	٠,٨	٠,٠٠	٤,٢	٠,٠٢
النماص	٤٥,٣	٠,٢٥	٣٢,٢	٠,١٨	٥٨,٤	٠,٣٢	٨٩,٥	٠,٤٩	٥٤,٤	٠,٣٠	١٢,١	٠,٠٧	١٨,٠	٠,١٠	٢٠,٩	٠,١١	١,١	٠,٠١	١٢,٩	٠,٠٧
ابن هشبل	٥,٢	٠,٠٣	٤,٠	٠,٠٢	١١,٤	٠,٠٦	١٤,٧	٠,٠٨	١١,٢	٠,٠٦	٠,٨	٠,٠٠	٥,٩	٠,٠٣	٧,٤	٠,٠٤	١,١	٠,٠١	٢,٠	٠,٠١
يعرى	٠,٩	٠,٠٠	٣,٢	٠,٠٢	٢١,٣	٠,١٢	٤٨,٠	٠,٢٦	١٦,٧	٠,٠٩	٢,٧	٠,٠١	١٣,٤	٠,٠٧	٢,٤	٠,٠١	٠,٤	٠,٠٠	٢,٤	٠,٠١
المجموع	٤٢٤,٧		٤١٢,٣		٩٩٠,٤		١٥٥٢,٤		١٠٨٢,٤		٢٠٠,٨		٣٤٣,٢		٦٠٩,٠		١٢٩,٥		١٧٤,٣	
معدل	١٢,١		١١,٨		٢٨,٣		٤٤,٤		٣٠,٩		٥,٧		٩,٨		١٧,٤		٣,٧		٥,٠	
%	٠,٠٧		٦,٣٠		١٥,٤٠		٢٤,٢٠		٠,١٧		٣,١٠		٥,٣٠		٩,٥٠		٢,١٠		٢,٧٠	

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ملحق (ح)

معدلات ونسب الأمطار المطلقة الشهرية والفصلية والسنوية في محطات منطقة الدراسة ١٩٧٠ــ ١٩٩٧م

اسم المحطة	نوفمبر	%	ديسمبر	%	مج الشتاء	%	مج الربيع	%	مج الصيف	%	مج الخريف	%	المجموع السنوي
ابها	٦,٢	٠,٠٣	٦,٥	٠,٠٤	٥٩,٦	٠,٣٣	١٣٦,٢	٠,٧٤	٧٨,٧	٠,٤٣	٢٢,٢	٠,١٢	٢٩٦,٨
ابو جنية	٢,٢	٠,٠١	٤,٤	٠,٠٢	١٧,٩	٠,١٠	٤٢,٨	٠,٢٣	٤,٨	٠,٠٣	٥,٢	٠,٠٣	٧٠,٧
ادمة	٣,٢	٠,٠٢	١٣,٠	٠,٠٧	٤٦,٢	٠,٢٥	٧٧,٢	٠,٤٢	٩,٥	٠,٠٥	٥,٢	٠,٠٣	١٣٨,١
ال عامر	٦,٣	٠,٠٣	٥,٣	٠,٠٣	٤٢,٥	٠,٢٣	١٤٣,٣	٠,٧٨	٨١,٨	٠,٤٥	٢٣,٨	٠,١٣	٢٩١,٣
بني ثور	٥,٠	٠,٠٣	٠,٣	٠,٠٠	٤,٢	٠,٠٢	٤٩,٣	٠,٢٧	١٧,٠	٠,٠٩	١٠,٣	٠,٠٦	٨٠,٩
بني مالك	٣,٢	٠,٠٢	٤,٠	٠,٠٢	٢٢,٦	٠,١٢	٦٦,١	٠,٣٦	٣٧,٤	٠,٢٠	٥,١	٠,٠٣	١٣١,٣
بيشة	٢,٩	٠,٠٢	٣,٥	٠,٠٢	١٠,٤	٠,٠٦	٥٧,٥	٠,٣١	٥,٧	٠,٠٣	٤,٦	٠,٠٢	٧٨,١
بالسمر	١٣,٢	٠,٠٧	١٦,٧	٠,٠٩	٥٩,٣	٠,٣٢	٢٠٥,٨	١,١٢	١٦,٤	٠,٠٩	٢١,٢	٠,١٢	٣٠٢,٦
تاجر	٣,٦	٠,٠٢	٢,٣	٠,٠١	١٢,٤	٠,٠٧	٥٩,٩	٠,٣٣	١٤,٤	٠,٠٨	٧,١	٠,٠٤	٩٣,٧
تبالة	٤,٩	٠,٠٣	٥,٨	٠,٠٣	١٨,٥	٠,١٠	٧٢,٨	٠,٤٠	٨,٨	٠,٠٥	٨,٣	٠,٠٥	١٠٨,٤
تثليث	١,٧	٠,٠١	٠,٩	٠,٠١	٧,٨	٠,٠٤	٤٨,٨	٠,٢٧	١,٥	٠,٠١	٥,٣	٠,٠٣	٦٣,٥
تندحة	٧,٣	٠,٠٤	٤,٣	٠,٠٢	١٩,٥	٠,١١	٩٧,٦	٠,٥٣	٤٢,٢	٠,٢٣	١٣,٠	٠,٠٧	١٧٢,٣
تمنية	١٣,٢	٠,٠٧	١٥,٦	٠,٠٩	٦٨,١	٠,٣٧	١٩٠,٢	١,٠٤	٨٧,٦	٠,٤٨	٣٩,١	٠,٢١	٣٨٥,٠
تنومة	١٠,٣	٠,٠٦	١٨,٤	٠,١٠	٧٠,٤	٠,٣٨	١٦٠,٥	٠,٨٧	١٥,٨	٠,٠٩	١٨,١	٠,١٠	٢٦٤,٧
الجوف	١,٩	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	٧,٠	٠,٠٤	٦٣,٨	٠,٣٥	١٠,٠	٠,٠٥	٣,٦	٠,٠٢	٨٤,٤
الحرجة	٤,٨	٠,٠٣	٤,٣	٠,٠٢	٢٢,٧	٠,١٢	١٠٤,٩	٠,٥٧	٢١,٧	٠,١٢	١١,٨	٠,٠٦	١٦١,١
الحيفة	٣,٠	٠,٠٢	٣,٠	٠,٠٢	١١,٨	٠,٠٦	٥٤,٣	٠,٣٠	٦,٥	٠,٠٤	٤,٣	٠,٠٢	٧٦,٩
الحني	٣,١	٠,٠٢	٣,٧	٠,٠٢	١٣,٠	٠,٠٧	٦٦,٤	٠,٣٦	٢٧,٥	٠,١٥	١٢,١	٠,٠٧	١١٨,٩
خميس مشيط	٨,٣	٠,٠٥	٧,٦	٠,٠٤	٣٥,٥	٠,١٩	١١١,٧	٠,٦١	٧٢,٧	٠,٤٠	٢٣,٤	٠,١٣	٢٤٣,٤
خيبر الجنوب	٤,٧	٠,٠٣	١,٣	٠,٠١	١٢,٥	٠,٠٧	٧٣,٥	٠,٤٠	١٠,٣	٠,٠٦	٩,٧	٠,٠٥	١٠٦,٠
الزهراء	١٥,٤	٠,٠٨	٨,٢	٠,٠٤	٢٩,٤	٠,١٦	١٦٥,٥	٠,٩٠	٣٢,٥	٠,١٨	٣٢,٩	٠,١٨	٢٦٠,٣
سراة عبيدة	٢,٥	٠,٠١	٣,٥	٠,٠٢	٢٩,٧	٠,١٦	٦٩,٣	٠,٣٨	٢٠,٦	٠,١١	٧,٦	٠,٠٤	١٢٧,٣
سر لعصان	٦,٥	٠,٠٤	٦,٩	٠,٠٤	٥٢,٨	٠,٢٩	١٢٧,٩	٠,٧٠	٦١,١	٠,٣٣	٢٣,١	٠,١٣	٢٦٤,٨
السودة	١٠,٤	٠,٠٦	١٠,٤	٠,٠٦	٤٦,٦	٠,٢٥	١٤٢,٨	٠,٧٨	١٠٤,٢	٠,٥٧	٣٩,٤	٠,٢١	٣٣٢,٩
سبت العلايا	١٠,٩	٠,٠٦	١٢,٤	٠,٠٧	٣٩,٨	٠,٢٢	١١٩,٥	٠,٦٥	٢٩,٨	٠,١٦	١٩,٨	٠,١١	٢٠٨,٨
صبح بالحمر	٨,٩	٠,٠٥	١١,٢	٠,٠٦	٣٩,٤	٠,٢١	١٤٨,٧	٠,٨١	٣٠,٤	٠,١٧	١٧,٠	٠,٠٩	٢٣٥,٥
صمخ	١,١	٠,٠١	٠,٧	٠,٠٠	٤,٤	٠,٠٢	٤٠,٧	٠,٢٢	٦,١	٠,٠٣	٣,٠	٠,٠٢	٥٤,٢
ظهران الجنوب	٢,٢	٠,٠١	٥,٥	٠,٠٣	٢٦,٤	٠,١٤	١١٤,٣	٠,٦٢	٣١,٢	٠,١٧	٩,٧	٠,٠٥	١٨١,٦
عبالة	٦,٦	٠,٠٤	٩,٠	٠,٠٥	٣٩,١	٠,٢١	١٣٠,٥	٠,٧١	٢٣,٣	٠,١٣	١٢,٧	٠,٠٧	٢٠٥,٥
علكم	٦,٠	٠,٠٣	٢,١	٠,٠١	٢٨,٤	٠,١٦	١٤٩,٨	٠,٨٢	١١٩,٢	٠,٦٥	٣٥,٣	٠,١٩	٣٣٢,٧
الماوين	٤,٥	٠,٠٢	٧,٣	٠,٠٤	١١,٢	٠,٠٦	٨٥,٨	٠,٤٧	١٩,٧	٠,١١	٩,٤	٠,٠٥	١٢٦,٢
بني عمرو	٧,٥	٠,٠٤	٢١,٣	٠,١٢	٥٧,٧	٠,٣١	١٢٢,٥	٠,٦٧	٢٠,٨	٠,١١	١٢,٥	٠,٠٧	٢١٣,٥
النماص	٢٦,٤	٠,١٤	٤٧,٠	٠,٢٦	١٢٤,٥	٠,٦٨	٢٠٢,٣	١,١٠	٥١,٠	٠,٢٨	٤٠,٤	٠,٢٢	٤١٨,٣
ابن هشبل	٣,٩	٠,٠٢	٠,٢	٠,٠٠	٩,٤	٠,٠٥	٣٧,٣	٠,٢٠	١٤,٠	٠,٠٨	٦,٩	٠,٠٤	٦٧,٦
يعرى	٥,٤	٠,٠٣	٤,٨	٠,٠٣	٩,٠	٠,٠٥	٨٥,٩	٠,٤٧	١٨,٤	٠,١٠	٨,١	٠,٠٤	١٢١,٥
المجموع	٢٢٧,٢		٢٧٢,٩		١١٠٩,٦		٣٦٢٥,٤		١١٥٢,٥		٥٣١,٠		٦٤١٨,٨
معدل	٦,٥		٧,٨		٣١,٧		١٠٣,٦		٣٢,٩		١٥,٢		١٨٣,٤
%	٣,٥٠		٠,٠٤		١٧,٣٠		٥٦,٥٠		١٧,٩٠		٨,٣٠		١٠٠,٠٠

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ملحق (ط)

الفئات الشهرية لمعدل الأمطار المطلق ونسبة إسهامه في المعدل السنوي المطلق لمنطقة الدراسة ١٩٧٠ - ١٩٩٧م

الفئات	المحطة	الإرتفاع	ب-البحر	الاتجاه	يناير	%	فبراير	%	مارس	%	ابريل	%	مايو	%	جون	%	يوليو	%	اغسطس	%	سبتمبر	%	اكتوبر	%	نوفمبر	%	ديسمبر	%	م السنوي
	بللسمر	٢٢٥٠	١٢٠	ش ق	٢٧,٥	٠,١٥	١٥,١	٠,٠٨	٤١,٢	٠,٢٢	١٠٦,١	٠,٥٨	٥٨,٥	٠,٣٢	٣,٣	٠,٠٢	٣,٤	٠,٠٢	٩,٧	٠,٠٥	٢,٠	٠,٠١	٦,٠	٠,٠٣	١٣,٢	٠,٠٧	١٦,٧	٠,٠٩	١٨٣,٤
الأولى	اللماص	٢٦٠٠	١٣٣	غربية	٤٥,٣	٠,٢٥	٣٢,٢	٠,١٨	٥٨,٤	٠,٣٢	٨٩,٥	٠,٤٩	٥٤,٤	٠,٣٠	١٢,١	٠,٠٧	١٨,٠	٠,١٠	٢٠,٩	٠,١١	١,١	٠,٠١	١٢,٩	٠,٠٧	٢٦,٤	٠,١٤	٤٧,٠	٠,٢٦	١٨٣,٤
	تملية	٢٣٠٠	١٢٥	جلوب	٢٥,٠	٠,١٤	٢٧,٦	٠,١٥	٦١,٤	٠,٣٣	٧٥,٤	٠,٤١	٥٣,٤	٠,٢٩	١٣,٠	٠,٠٧	٢٥,٢	٠,١٤	٤٩,٤	٠,٢٧	٨,٤	٠,٠٥	١٧,٥	٠,١٠	١٣,٢	٠,٠٧	١٥,٦	٠,٠٩	١٨٣,٤
	علكم	٢٢٠٠	١١٣	شمال	١٠,٨	٠,٠٦	١٥,٦	٠,٠٨	٢٦,٤	٠,١٤	٥٩,٧	٠,٣٣	٦٣,٧	٠,٣٥	١٩,٥	٠,١١	٢٩,٠	٠,١٦	٧٠,٧	٠,٣٩	٢٢,٣	٠,١٢	٧,٠	٠,٠٤	٦,٠	٠,٠٣	٢,١	٠,٠١	١٨٣,٤
	السودة	٢٨٢٠	٩٥	شمال	١٨,٢	٠,١٠	١٨,٠	٠,١٠	٣٣,٤	٠,١٨	٥١,٥	٠,٢٨	٥٧,٩	٠,٣٢	١٣,٦	٠,٠٧	٢٨,٠	٠,١٥	٦٢,٦	٠,٣٤	٢١,٠	٠,١١	٨,٠	٠,٠٤	١٠,٤	٠,٠٦	١٠,٤	٠,٠٦	١٨٣,٤
الثانية	ال عامر	٢٢٥٠	١٣٨	شرق	١٥,٧	٠,٠٩	٢١,٥	٠,١٢	٣٧,١	٠,٢٠	٥٥,٤	٠,٣٠	٥٠,٨	٠,٢٨	١٣,٢	٠,٠٧	٢٠,٠	٠,١١	٤٨,٦	٠,٢٦	٨,٦	٠,٠٥	٨,٩	٠,٠٥	٦,٣	٠,٠٣	٥,٣	٠,٠٣	١٨٣,٤
	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	شمال	٢١,٩	٠,١٢	٢٤,٠	٠,١٣	٥٧,٠	٠,٣١	٤٠,٢	٠,٢٢	٣٠,٧	٠,١٧	٨,٨	٠,٠٥	٢٠,٨	٠,١١	٣١,٥	٠,١٧	٨,٧	٠,٠٥	٧,٩	٠,٠٤	٦,٥	٠,٠٤	٦,٩	٠,٠٤	١٨٣,٤
	صبح بللحمر	٢٢٠٠	١١٣	شمال	١٥,٤	٠,٠٨	١٢,٨	٠,٠٧	٣٦,٥	٠,٢٠	٨١,٥	٠,٤٤	٣٠,٧	٠,١٧	١,٨	٠,٠١	٨,٥	٠,٠٥	٢٠,١	٠,١١	٣,١	٠,٠٢	٥,٠	٠,٠٣	٨,٩	٠,٠٥	١١,٢	٠,٠٦	١٨٣,٤
	تلومة	٢١٠٠	١٠٠	ش ق	٣٢,٦	٠,١٨	١٩,٤	٠,١١	٣٦,٤	٠,٢٠	٨٣,٠	٠,٤٥	٤١,١	٠,٢٢	٣,٤	٠,٠٢	١,٧	٠,٠١	١٠,٧	٠,٠٦	٣,٩	٠,٠٢	٣,٩	٠,٠٢	١٠,٣	٠,٠٦	١٨,٤	٠,١٠	١٨٣,٤
	الزهراء	٢٤٠٠	١٠٠	شرق	١٠,٠	٠,٠٥	١١,٢	٠,٠٦	٢٧,٤	٠,١٥	٦٤,٤	٠,٣٥	٧٣,٦	٠,٤٠	٩,٨	٠,٠٥	٨,٨	٠,٠٥	١٣,٩	٠,٠٨	٥,٣	٠,٠٣	١٢,٢	٠,٠٧	١٥,٤	٠,٠٨	٨,٢	٠,٠٤	١٨٣,٤
الثالثة	سبت العلايا	١٨٥٠	١١٣	شمال	١٤,٤	٠,٠٨	١٣,٠	٠,٠٧	٢٩,٤	٠,١٦	٥٩,٢	٠,٣٢	٣٠,٨	٠,١٧	٥,٦	٠,٠٣	٧,٨	٠,٠٤	١٦,٤	٠,٠٩	٥,٥	٠,٠٣	٣,٤	٠,٠٢	١٠,٩	٠,٠٦	١٢,٤	٠,٠٧	١٨٣,٤
	ابها	٢٢٠٠	١١٨	شرق	٢٠,٩	٠,١١	٣٢,٢	٠,١٨	٣٩,١	٠,٢١	٥٦,٦	٠,٣١	٤٠,٥	٠,٢٢	١٥,٣	٠,٠٨	٢٧,٠	٠,١٥	٣٦,٥	٠,٢٠	٨,١	٠,٠٤	٨,٠	٠,٠٤	٦,٢	٠,٠٣	٦,٥	٠,٠٤	١٨٣,٤
	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	شمال	٢٠,١	٠,١١	١٠,٠	٠,٠٥	٤٣,٣	٠,٢٤	٥٧,٠	٠,٣١	٣٠,١	٠,١٦	٣,١	٠,٠٢	١٠,١	٠,٠٥	١٠,١	٠,٠٥	١,٥	٠,٠١	٤,٦	٠,٠٢	٦,٦	٠,٠٤	٩,٠	٠,٠٥	١٨٣,٤
	خميس مشيط	٢٠٦٥	١٣٨	شرق	١٥,٠	٠,٠٨	١٢,٩	٠,٠٧	٤٣,٢	٠,٢٤	٣١,٦	٠,١٧	٣٦,٩	٠,٢٠	١٣,٧	٠,٠٧	٢٢,٥	٠,١٢	٣٦,٥	٠,٢٠	٩,٠	٠,٠٥	٦,١	٠,٠٣	٨,٣	٠,٠٥	٧,٦	٠,٠٤	١٨٣,٤
	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	ش ق	٨,٩	٠,٠٥	١٧,٤	٠,٠٩	٢٦,١	٠,١٤	٢١,٥	٠,١٢	٢١,٧	٠,١٢	٤,٨	٠,٠٣	٩,٣	٠,٠٥	٦,٥	٠,٠٤	٣,٨	٠,٠٢	١,٣	٠,٠١	٢,٥	٠,٠١	٣,٥	٠,٠٢	١٨٣,٤
	بلي مالك	١٩٨٠	١٠٨	شمال غ	٥,٥	٠,٠٣	١٣,١	٠,٠٧	٢٥,٧	٠,١٤	٢١,٢	٠,١٢	١٩,٣	٠,١١	٤,٨	٠,٠٣	١٦,٤	٠,٠٩	١٦,٢	٠,٠٩	٠,٥	٠,٠٠	١,٣	٠,٠١	٣,٢	٠,٠٢	٤,٠	٠,٠٢	١٨٣,٤
الرابعة	الحلي	٢٠٨٠	١٣٠	شمال	٤,٨	٠,٠٣	٤,٥	٠,٠٢	١٧,٨	٠,١٠	٢٠,٦	٠,١١	٢٨,٠	٠,١٥	٦,٢	٠,٠٣	٩,٩	٠,٠٥	١١,٤	٠,٠٦	٢,٦	٠,٠١	٦,٣	٠,٠٣	٣,١	٠,٠٢	٣,٧	٠,٠٢	١٨٣,٤
	ادمة	١٨٥٠	١٣٨	شمال	١٨,٧	٠,١٠	١٤,٥	٠,٠٨	٣٤,٦	٠,١٩	٢٤,١	٠,١٣	١٨,٦	٠,١٠	١,٧	٠,٠١	١,٦	٠,٠١	٦,٢	٠,٠٣	١,٠	٠,٠١	١,٠	٠,٠١	٣,٢	٠,٠٢	١٣,٠	٠,٠٧	١٨٣,٤
	تلدحة	١٩٠٠	١٦٣	شمال	٦,٣	٠,٠٣	٨,٩	٠,٠٥	٢٧,٥	٠,١٥	٣٣,٧	٠,١٨	٣٦,٤	٠,٢٠	٥,٢	٠,٠٣	١٥,٤	٠,٠٨	٢١,٥	٠,١٢	٣,٠	٠,٠٢	٢,٧	٠,٠١	٧,٣	٠,٠٤	٤,٣	٠,٠٢	١٨٣,٤
	بلي عمرو	١٢٠٠	١١٥	شمال	١٩,٣	٠,١١	١٧,١	٠,٠٩	٢٩,٣	٠,١٦	٤٩,٥	٠,٢٧	٤٣,٦	٠,٢٤	١,٤	٠,٠١	٤,٥	٠,٠٢	١٥,٠	٠,٠٨	٠,٨	٠,٠٠	٤,٢	٠,٠٢	٧,٥	٠,٠٤	٢١,٣	٠,١٢	١٨٣,٤
	ظهران الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	شرق	١٠,٥	٠,٠٦	١٠,٥	٠,٠٦	٣٧,٦	٠,٢١	٤٩,٥	٠,٢٧	٢٧,٢	٠,١٥	٤,٨	٠,٠٣	٧,٤	٠,٠٤	١٩,٠	٠,١٠	٠,٣	٠,٠٠	٧,١	٠,٠٤	٢,٢	٠,٠١	٥,٥	٠,٠٣	١٨٣,٤
	الحرجة	٢٣٥٠	١٨٨	ش ق	٧,٠	٠,٠٤	١١,٤	٠,٠٦	٣٠,٩	٠,١٧	٣٨,٧	٠,٢١	٣٥,٤	٠,١٩	٧,٠	٠,٠٤	٥,٠	٠,٠٣	٩,٦	٠,٠٥	٠,٠	٠,٠٠	٧,٠	٠,٠٤	٤,٨	٠,٠٣	٤,٣	٠,٠٢	١٨٣,٤
	يعرى	١١٨٠	١٨٨	شمال	٠,٩	٠,٠٠	٣,٢	٠,٠٢	٢١,٣	٠,١٢	٤٨,٠	٠,٢٦	١٦,٧	٠,٠٩	٢,٧	٠,٠١	١٣,٤	٠,٠٧	٢,٤	٠,٠١	٠,٤	٠,٠٠	٢,٤	٠,٠١	٥,٤	٠,٠٣	٤,٨	٠,٠٣	١٨٣,٤
	تهالة	١٠٢٠	٢٠٠	شمال غ	٧,٨	٠,٠٤	٤,٩	٠,٠٣	١٨,٤	٠,١٠	٣٦,٥	٠,٢٠	١٧,٩	٠,١٠	٢,٩	٠,٠٢	٠,٢	٠,٠٠	٥,٧	٠,٠٣	٠,١	٠,٠٠	٣,٣	٠,٠٢	٤,٩	٠,٠٣	٥,٨	٠,٠٣	١٨٣,٤
الخامسة	الماوين	٢١٥٠	١٤٥	شمال غ	١,٧	٠,٠١	٢,٢	٠,٠١	١٩,٢	٠,١٠	٣٧,٥	٠,٢٠	٢٩,١	٠,١٦	٢,٢	٠,٠١	٤,٨	٠,٠٣	١٢,٧	٠,٠٧	١,٠	٠,٠١	٣,٩	٠,٠٢	٤,٥	٠,٠٢	٧,٣	٠,٠٤	١٨٣,٤
	خيبر الجنوب	١٦٥٠	١٨٨	شمال	٧,٢	٠,٠٤	٤,٠	٠,٠٢	١٥,٠	٠,٠٨	٣٧,٣	٠,٢٠	٢١,٢	٠,١٢	٣,٥	٠,٠٢	٢,٦	٠,٠١	٤,٣	٠,٠٢	٠,٥	٠,٠٠	٤,٤	٠,٠٢	٤,٧	٠,٠٣	١,٣	٠,٠١	١٨٣,٤
	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	شمال	٣,٨	٠,٠٢	٦,٣	٠,٠٣	١٤,٦	٠,٠٨	٣٠,٩	٠,١٧	١٤,٤	٠,٠٨	٤,٧	٠,٠٣	١,٦	٠,٠١	٨,١	٠,٠٤	١,١	٠,٠١	٢,٥	٠,٠١	٣,٦	٠,٠٢	٢,٣	٠,٠١	١٨٣,٤
	بلي ثور	١٧٠٠	١٦٣	شمال غ	١,٨	٠,٠١	٢,١	٠,٠١	١٠,٠	٠,٠٥	٢٥,٠	٠,١٤	١٤,٣	٠,٠٨	٥,١	٠,٠٣	٤,١	٠,٠٢	٧,٨	٠,٠٤	٣,٢	٠,٠٢	٢,١	٠,٠١	٥,٠	٠,٠٣	٠,٣	٠,٠٠	١٨٣,٤
	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	شمال	٣,٠	٠,٠٢	٢,٥	٠,٠١	١٨,١	٠,١٠	٢٦,٩	٠,١٥	١٨,٨	٠,١٠	٢,٢	٠,٠١	٥,٤	٠,٠٣	٢,٤	٠,٠١	٠,٠	٠,٠٠	١,٦	٠,٠١	١,٩	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	١٨٣,٤
	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	شمال	٣,٤	٠,٠٢	٥,٤	٠,٠٣	١٣,٠	٠,٠٧	٢٥,١	٠,١٤	١٦,١	٠,٠٩	١,٨	٠,٠١	٠,٥	٠,٠٠	٤,٢	٠,٠٢	٠,٠	٠,٠٠	١,٣	٠,٠١	٣,٠	٠,٠٢	٣,٠	٠,٠٢	١٨٣,٤
	ابن هشبل	١٩٥٠	١٣٣	شمال غ	٥,٢	٠,٠٣	٤,٠	٠,٠٢	١١,٤	٠,٠٦	١٤,٧	٠,٠٨	١١,٢	٠,٠٦	٠,٨	٠,٠٠	٥,٩	٠,٠٣	٧,٤	٠,٠٤	١,١	٠,٠١	٢,٠	٠,٠١	٣,٩	٠,٠٢	٠,٢	٠,٠٠	١٨٣,٤
	ابو جنية	١٦٥٠	١٧٥	شمال	٥,٤	٠,٠٣	٨,١	٠,٠٤	٨,٥	٠,٠٥	٢١,٠	٠,١١	١٣,٢	٠,٠٧	١,١	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	٢,٢	٠,٠١	١,٤	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	٢,٢	٠,٠١	٤,٤	٠,٠٢	١٨٣,٤
	بيشة	١٠٢٠	٢٥٠	ش ق	٤,١	٠,٠٢	٢,٨	٠,٠٢	١٣,٧	٠,٠٧	٣٢,٠	٠,١٧	١١,٧	٠,٠٦	١,٢	٠,٠١	٠,٢	٠,٠٠	٤,٤	٠,٠٢	٠,٠	٠,٠٠	١,٧	٠,٠١	٢,٩	٠,٠٢	٣,٥	٠,٠٢	١٨٣,٤
	تثليث	٩٧٥	٢٨٨	شمال	٤,٤	٠,٠٢	٢,٤	٠,٠١	١٨,٠	٠,١٠	٢٥,٥	٠,١٤	٥,٣	٠,٠٣	٠,٢	٠,٠٠	٠,١	٠,٠٠	١,٢	٠,٠١	٠,٢	٠,٠٠	٣,٥	٠,٠٢	١,٧	٠,٠١	٠,٩	٠,٠١	١٨٣,٤
	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	شمال	٢,٢	٠,٠١	١,٥	٠,٠١	٩,٥	٠,٠٥	٢١,٩	٠,١٢	٩,٢	٠,٠٥	٠,٣	٠,٠٠	٢,٦	٠,٠١	٣,٢	٠,٠٢	٠,٠	٠,٠٠	١,٨	٠,٠١	١,١	٠,٠١	٠,٧	٠,٠٠	١٨٣,٤

ملحق (ي)

الفئات الشهرية لمعدل الأمطار الفعلي ولسبة إسهامه في المعدل السنوي الفعلي لملطقة الدراسة ٩٧٠-١٩٩٧م

الفئات	المحطة	الإرتفاع	ب-البحر	الاتجاه	يناير	%	فبراير	%	مارس	%	ابريل	%	مايو	%	جون	%	يوليو	%	اغسطس	%	سبتمبر	%	اكتوبر	%	نوفمبر	%	ديسمبر	%	م السنوي
	بللسمر	٢٢٥٠	١٢٠	ش ق	٤٥,٢	٠,١٥	٣٢,٦	٠,١١	٦٤,٠	٠,٢١	١٣٥,٠	٠,٤٤	٦٥,٥	٠,٢٢	١٨,٥	٠,٠٦	١٠,٦	٠,٠٣	٢٠,٩	٠,٠٧	٥,٦	٠,٠٢	٢٧,٩	٠,٠٩	٣٦,٩	٠,١٢	٣٨,٩	٠,١٣	٣٠٣,٥
الأولى	النماص	٢٦٠٠	١٣٣	غربية	٤٨,٨	٠,١٦	٤١,٠	٠,١٤	٦٢,٩	٠,٢١	٩٢,٨	٠,٣١	٥٤,٤	٠,١٨	٢١,١	٠,٠٧	٢١,٩	٠,٠٧	٢٤,٤	٠,٠٨	٢,١	٠,٠١	٢١,٢	٠,٠٧	٣٣,٦	٠,١١	٥٠,٦	٠,١٧	٣٠٣,٥
	تمنية	٢٣٠٠	١٢٥	جنوبية	٣٨,٨	٠,١٣	٤٥,٤	٠,١٥	٨١,٩	٠,٢٧	٨٨,٠	٠,٢٩	٦٥,٠	٠,٢١	١٩,١	٠,٠٦	٣٣,٦	٠,١١	٦٠,١	٠,٢٠	١٥,٧	٠,٠٥	٣٥,٠	٠,١٢	٢٣,٠	٠,٠٨	٢٩,١	٠,١٠	٣٠٣,٥
	علكم	٢٢٠٠	١١٣	شمال	١٨,٩	٠,٠٦	٢٩,٠	٠,١٠	٣٨,٩	٠,١٣	٧٦,٠	٠,٢٥	٧٤,٣	٠,٢٤	٢٨,٨	٠,٠٩	٣٣,٨	٠,١١	٧٠,٧	٠,٢٣	٣٤,٧	٠,١١	١٩,٥	٠,٠٦	١٥,٣	٠,٠٥	٧,٤	٠,٠٢	٣٠٣,٥
الثانية	السودة	٢٨٢٠	٩٥	شمال	٣٣,٩	٠,١١	٤٥,٩	٠,١٥	٥١,٩	٠,١٧	٧٢,٢	٠,٢٤	٧٠,٤	٠,٢٣	٢٥,٤	٠,٠٨	٣٩,٢	٠,١٣	٧٣,٠	٠,٢٤	٢٥,٦	٠,٠٨	٢٢,٤	٠,٠٧	٢٤,٣	٠,٠٨	٢٩,١	٠,١٠	٣٠٣,٥
	ال عامر	٢٢٥٠	١٣٨	شرق	٢٧,٥	٠,٠٩	٣٥,٤	٠,١٢	٤٩,٥	٠,١٦	٦٧,٥	٠,٢٢	٥٩,٢	٠,٢٠	٢٠,٦	٠,٠٧	٢٤,٣	٠,٠٨	٥٢,٣	٠,١٧	١٥,١	٠,٠٥	٢٠,٧	٠,٠٧	١٩,٧	٠,٠٦	١٦,٤	٠,٠٥	٣٠٣,٥
	سر لعصان	٢١٠٠	١١٥	شمال	٢٢,٧	٠,٠٧	٣٢,٠	٠,١١	٥٩,١	٠,١٩	٤٦,٩	٠,١٥	٣٠,٧	٠,١٠	٩,٩	٠,٠٣	٢٢,٤	٠,٠٧	٣١,٥	٠,١٠	١٢,٨	٠,٠٤	١٢,٣	٠,٠٤	٨,٢	٠,٠٣	٩,٧	٠,٠٣	٣٠٣,٥
	صبح بللحمر	٢٢٠٠	١١٣	شمال	١٩,٦	٠,٠٦	٢٢,٥	٠,٠٧	٤٢,٦	٠,١٤	٩١,٣	٠,٣٠	٣٤,٤	٠,١١	٥,٧	٠,٠٢	١٣,٩	٠,٠٥	٢٦,٧	٠,٠٩	٧,٩	٠,٠٣	١٩,٨	٠,٠٧	٢٠,٨	٠,٠٧	٣١,٣	٠,١٠	٣٠٣,٥
	تنومة	٢١٠٠	١٠٠	ش ق	٥٣,٧	٠,١٨	٤٩,٣	٠,١٦	٦٣,٧	٠,٢١	١١٠,٧	٠,٣٦	٥٧,٥	٠,١٩	١٦,٠	٠,٠٥	٩,٦	٠,٠٣	٢٧,١	٠,٠٩	١٣,٦	٠,٠٤	٢١,٩	٠,٠٧	٢٢,٢	٠,٠٧	٤٦,٨	٠,١٥	٣٠٣,٥
	الزهراء	٢٤٠٠	١٠٠	شرق	٢٨,٠	٠,٠٩	٢٦,٢	٠,٠٩	٣٨,٤	٠,١٣	٧٥,١	٠,٢٥	٧٩,٣	٠,٢٦	١٨,٢	٠,٠٦	١٤,٥	٠,٠٥	١٩,٥	٠,٠٦	١٦,٥	٠,٠٥	٤٢,٨	٠,١٤	٣٩,١	٠,١٣	٣٢,٨	٠,١١	٣٠٣,٥
الثالثة	سبت العلايا	١٨٥٠	١١٣	شمال	١٩,٢	٠,٠٦	١٨,٢	٠,٠٦	٣٩,٢	٠,١٣	٦٩,١	٠,٢٣	٣٣,٢	٠,١١	٩,٢	٠,٠٣	١١,٠	٠,٠٤	١٧,٦	٠,٠٦	٨,٠	٠,٠٣	٦,٣	٠,٠٢	١٤,٦	٠,٠٥	١٨,٢	٠,٠٦	٣٠٣,٥
	ابها	٢٢٠٠	١١٨	شرق	٢٩,٣	٠,١٠	٤٧,٤	٠,١٦	٥٢,١	٠,١٧	٦٩,٠	٠,٢٣	٤٥,٤	٠,١٥	٢٢,٥	٠,٠٧	٣١,٥	٠,١٠	٣٧,٩	٠,١٢	١١,٣	٠,٠٤	١٣,١	٠,٠٤	٨,٦	٠,٠٣	١٠,٧	٠,٠٤	٣٠٣,٥
	عبالة	٢٤٨٠	١١٨	شمال	٢٤,٥	٠,٠٨	١٣,٤	٠,٠٤	٥٥,٢	٠,١٨	٦٩,٤	٠,٢٣	٤٤,٤	٠,١٥	٨,٠	٠,٠٣	٢٠,١	٠,٠٧	١٧,٦	٠,٠٦	٣,٩	٠,٠١	١٢,٨	٠,٠٤	١٤,٢	٠,٠٥	١٩,٣	٠,٠٦	٣٠٣,٥
	خميس مشيط	٢٠٦٥	١٣٨	شرق	٢٣,٣	٠,٠٨	١٨,١	٠,٠٦	٤٦,٦	٠,١٥	٣٢,٨	٠,١١	٣٨,٣	٠,١٣	١٤,٧	٠,٠٥	٢٢,٥	٠,٠٧	٣٦,٥	٠,١٢	١٢,٦	٠,٠٤	٩,٥	٠,٠٣	١٢,٢	٠,٠٤	١١,٢	٠,٠٤	٣٠٣,٥
	سراة عبيدة	٢٤٠٠	١٧٥	ش ق	١٥,٥	٠,٠٥	٢٧,١	٠,٠٩	٣٦,٦	٠,١٢	٢٥,٠	٠,٠٨	٢٦,٤	٠,٠٩	٧,١	٠,٠٢	١٣,١	٠,٠٤	٨,٢	٠,٠٣	١٠,٥	٠,٠٣	٧,٥	٠,٠٢	٥,٩	٠,٠٢	٦,١	٠,٠٢	٣٠٣,٥
	بني مالك	١٩٨٠	١٠٨	شمال غ	٢٥,٩	٠,٠٩	٣٦,٦	٠,١٢	٤٧,٩	٠,١٦	٣٢,٩	٠,١١	٣٨,٦	٠,١٣	١٢,٣	٠,٠٤	٤١,٦	٠,١٤	٢٦,٧	٠,٠٩	٧,٥	٠,٠٢	٣٦,٨	٠,١٢	١٥,١	٠,٠٥	٢٢,٦	٠,٠٧	٣٠٣,٥
	الحلي	٢٠٨٠	١٣٠	شمال	٧,١	٠,٠٢	٧,٤	٠,٠٢	٢١,٧	٠,٠٧	٢٣,٠	٠,٠٨	٣٠,٢	٠,١٠	١٠,٣	٠,٠٣	١٢,٠	٠,٠٤	١٣,٣	٠,٠٤	٥,٧	٠,٠٢	١٤,٨	٠,٠٥	٦,٧	٠,٠٢	٧,٤	٠,٠٢	٣٠٣,٥
الرابعة	ادمة	١٨٥٠	١٣٨	شمال	٢٢,٨	٠,٠٨	٢٣,٨	٠,٠٨	٥٠,٩	٠,١٧	٢٩,٤	٠,١٠	٢٤,٧	٠,٠٨	٤,٩	٠,٠٢	٣,١	٠,٠١	٩,١	٠,٠٣	٢,٥	٠,٠١	٢,٦	٠,٠١	٤,٩	٠,٠٢	٢٠,٢	٠,٠٧	٣٠٣,٥
	تلدحة	١٩٠٠	١٦٣	شمال	١٢,٧	٠,٠٤	٢٠,٧	٠,٠٧	٢٩,٦	٠,١٠	٣٦,٢	٠,١٢	٣٧,٨	٠,١٢	٧,٣	٠,٠٢	١٦,٦	٠,٠٥	٢٢,٣	٠,٠٧	٧,٠	٠,٠٢	٧,٦	٠,٠٣	١٥,٨	٠,٠٥	١٧,٠	٠,٠٦	٣٠٣,٥
	بني عمرو	١٢٠٠	١١٥	شمال	٢٠,٨	٠,٠٧	٢٢,٨	٠,٠٨	٣٥,٧	٠,١٢	٥١,٤	٠,١٧	٤٧,٠	٠,١٥	٣,٥	٠,٠١	٦,٦	٠,٠٢	١٩,٩	٠,٠٧	١,٥	٠,٠١	٧,٤	٠,٠٢	١٠,٠	٠,٠٣	٢٩,٨	٠,١٠	٣٠٣,٥
	ظهران الجنوب	٢٠٢٠	١٦٣	شرق	١٨,٣	٠,٠٦	١٧,٢	٠,٠٦	٤٥,٨	٠,١٥	٥٣,٤	٠,١٨	٣٦,٢	٠,١٢	١٩,٢	٠,٠٦	١٥,٩	٠,٠٥	٢٦,٦	٠,٠٩	١,١	٠,٠٠	٢٤,٩	٠,٠٨	١٥,٥	٠,٠٥	١٧,١	٠,٠٦	٣٠٣,٥
	العرجة	٢٣٥٠	١٨٨	ش ق	٢٤,٥	٠,٠٨	٣٢,١	٠,١١	٥٧,٦	٠,١٩	٦٠,١	٠,٢٠	٥٢,١	٠,١٧	٦٥,٧	٠,٢٢	٢٣,٤	٠,٠٨	٣٠,٠	٠,١٠	٠,٠	٠,٠٠	٦٥,٠	٠,٢١	٢٢,٦	٠,٠٧	٣٠,٠	٠,١٠	٣٠٣,٥
	يعرى	١١٨٠	١٨٨	شمال	٥,١	٠,٠٢	٩,٩	٠,٠٣	٤٥,٨	٠,١٥	٦٣,٩	٠,٢١	٣١,٢	٠,١٠	٢٥,٠	٠,٠٨	٧٤,٨	٠,٢٥	٩,٦	٠,٠٣	١٠,٢	٠,٠٣	١٦,٥	٠,٠٥	٢٥,٢	٠,٠٨	٤٥,٢	٠,١٥	٣٠٣,٥
	تبالة	١٠٢٠	٢٠٠	شمال غ	١٨,٢	٠,٠٦	١١,٥	٠,٠٤	٣٠,٣	٠,١٠	٥١,٢	٠,١٧	٢٧,٨	٠,٠٩	٢٠,٤	٠,٠٧	٥,٠	٠,٠٢	٢٢,٨	٠,٠٨	٤,٠	٠,٠١	١٥,٢	٠,٠٥	٢٧,٤	٠,٠٩	١٨,١	٠,٠٦	٣٠٣,٥
الخامسة	العاوين	٢١٥٠	١٤٥	شمال غ	٦,٨	٠,٠٢	١٢,٣	٠,٠٤	٤٨,٩	٠,١٦	٥٢,٥	٠,١٧	٤٢,٩	٠,١٤	١٥,٦	٠,٠٥	٢٢,٦	٠,٠٧	٢٩,٦	٠,١٠	٥,٧	٠,٠٢	٣٦,٧	٠,١٢	١٥,٦	٠,٠٥	٦٨,١	٠,٢٢	٣٠٣,٥
	خيبرالجنوب	١٦٥٠	١٨٨	شمال	٢٥,٣	٠,٠٨	١٨,٦	٠,٠٦	٢٤,٦	٠,٠٨	٤٩,٨	٠,١٦	٣٣,٠	٠,١١	١٣,٨	٠,٠٥	١٤,٦	٠,٠٥	١٤,٩	٠,٠٥	٣,٥	٠,٠١	٢٠,٧	٠,٠٧	١٨,٩	٠,٠٦	١١,٧	٠,٠٤	٣٠٣,٥
	تاجر	٢٣٠٠	١٢٥	شمال	١٥,١	٠,٠٥	٢٥,١	٠,٠٨	٤٠,٨	٠,١٣	٥٧,٧	٠,١٩	٣١,٠	٠,١٠	٢٦,٤	٠,٠٩	١٤,٥	٠,٠٥	١٧,٥	٠,٠٦	٥,٩	٠,٠٢	٣٥,٠	٠,١٢	٢٠,٠	٠,٠٧	١٥,٨	٠,٠٥	٣٠٣,٥
	بلي ثور	١٧٠٠	١٦٣	شمال غ	٩,٩	٠,٠٣	١١,٧	٠,٠٤	٢١,٥	٠,٠٧	٣٣,٣	٠,١١	٢٠,٠	٠,٠٧	٢٠,٥	٠,٠٧	١٩,٢	٠,٠٦	٢١,٨	٠,٠٧	١٣,٠	٠,٠٤	١٩,٣	٠,٠٦	٣٥,٢	٠,١٢	٩,٥	٠,٠٣	٣٠٣,٥
	الجوف	٢٠٦٠	٢٠٠	شمال	١٢,١	٠,٠٤	١٧,٢	٠,٠٦	٢٦,٧	٠,٠٩	٣٤,٢	٠,١١	٣١,٠	٠,١٠	٢٠,٤	٠,٠٧	٢٥,٢	٠,٠٨	٣٤,٠	٠,١١	٠,٠	٠,٠٠	١٥,٣	٠,٠٥	١٠,٨	٠,٠٤	٤٢,٠	٠,١٤	٣٠٣,٥
	الحيفة	١٠٩٠	٢٢٥	شمال	٨,٧	٠,٠٣	١٠,١	٠,٠٣	١٧,٤	٠,٠٦	٢٩,٣	٠,١٠	١٩,٦	٠,٠٦	١٢,٥	٠,٠٤	٣,٣	٠,٠١	٢٣,٦	٠,٠٨	٠,٣	٠,٠٠	٥,٣	٠,٠٢	١١,٩	٠,٠٤	٨,٣	٠,٠٣	٣٠٣,٥
	ابن هشبل	١٩٥٠	١٣٣	شمال غ	١٦,٠	٠,٠٥	١٤,١	٠,٠٥	١٧,٧	٠,٠٦	١٨,٧	٠,٠٦	١١,٦	٠,٠٤	٢,٧	٠,٠١	١٣,٧	٠,٠٥	١١,٥	٠,٠٤	٤,٢	٠,٠١	٥,٥	٠,٠٢	١٥,٤	٠,٠٥	٢,٠	٠,٠١	٣٠٣,٥
	ابو جلية	١٦٥٠	١٧٥	شمال	٩,٥	٠,٠٣	٢٠,٦	٠,٠٧	١٠,٩	٠,٠٤	٢٥,٦	٠,٠٨	١٧,٧	٠,٠٦	٣,٨	٠,٠١	٤,٢	٠,٠١	٥,٢	٠,٠٢	٦,٦	٠,٠٢	٨,٦	٠,٠٣	٤,٨	٠,٠٢	١٧,٧	٠,٠٦	٣٠٣,٥
	بيشة	١٠٢٠	٢٥٠	ش ق	١١,٤	٠,٠٤	٥,٦	٠,٠٢	١٦,٧	٠,٠٥	٣٧,٤	٠,١٢	١٦,٤	٠,٠٥	٦,٥	٠,٠٢	١,٢	٠,٠٠	١٧,٦	٠,٠٦	٠,٣	٠,٠٠	٧,٧	٠,٠٣	١٠,١	٠,٠٣	١١,٠	٠,٠٤	٣٠٣,٥
	تثليث	٩٧٥	٢٨٨	شمال	١١,٣	٠,٠٤	١٣,٦	٠,٠٤	٢١,١	٠,٠٧	٣٢,٥	٠,١١	٧,٤	٠,٠٢	١,٥	٠,٠٠	٠,٥	٠,٠٠	٥,٧	٠,٠٢	٣,٠	٠,٠١	٢٤,٣	٠,٠٨	٩,٣	٠,٠٣	٤,٣	٠,٠١	٣٠٣,٥
	صمخ	١٤٨٠	٢٥٠	شمال	٧,٧	٠,٠٣	٤,٢	٠,٠١	١١,٦	٠,٠٤	٢٩,٣	٠,١٠	١١,٨	٠,٠٤	٣,٠	٠,٠١	١٠,٣	٠,٠٣	٩,٠	٠,٠٣	٠,٦	٠,٠٠	١٠,٢	٠,٠٣	٤,٥	٠,٠١	٢,٦	٠,٠١	٣٠٣,٥

المصدر من إعداد الباحثة اعتماداً على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ملحق (ك)

الفئات الشهرية للأمطار القصوى في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م

الفئات	اسم المحطة	القيم	يناير	السنة	فبراير	السنة	مارس	السنة	أبريل	السنة	مايو	السنة	يونيو	السنة	يوليو	السنة	اغسطس	السنة	سبتمبر	السنة	اكتوبر	السنة	نوفمبر	السنة	ديسمبر	السنة	المجموع	السنة
	بللسمر		٢	١٩٩٣	٣	١٩٩٣	١٣,١	١٩٩٢	١٦,٥	١٩٧٠	٥	١٩٨٨	٢	١٩٧٥	٢	١٩٨٠	١	١٩٩٣	٠,٣	١٩٨٠	٢	١٩٩٢	٨,٧	١٩٨٠	٢,١	١٩٨٧	٥٤	١٩٨٤
الأولى	النماص		١,٦	١٩٧١	٠,٢	١٩٨٤	١,٨	١٩٩٣	١,٦	١٩٩٢	٢,٨	١٩٩٢	٠,٢	١٩٨٩	٠,٦	١٩٨٩	١,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٨٤	٠,٤	١٩٨١	٠,٤	١٩٧٩	٠,٢	١٩٩٠	٢٢٥,٢	١٩٨١
	تمنية		٣	١٩٧٥	٢	١٩٧٩	٥,٨	١٩٧١	٤	١٩٨٠	٤,٢	١٩٨٩	٢	١٩٧٤	٧,٥	١٩٩٦	٥	١٩٩٠	١	١٩٧٧	٤	١٩٧٠	١	١٩٩٥	١	١٩٧٥	١٦	١٩٨٤
		العظمى	٣		٣		١٣,١		١٦,٥		٥		٢		٧,٥		٥		١		٤		٨,٧		٢,١		٢٢٥,٢	
		الصغرى	١,٦		٠,٢		١,٨		١,٦		٢,٨		٠,٢		٠,٦		١		٠,٢		٠,٤		٠,٤		٠,٢		١٦	
	علكم		٢	١٩٩٤	٢	١٩٩٥	٣,٢	١٩٨٨	٧,٤	١٩٩٢	١٤,٢	١٩٩٢	٥,٥	١٩٩١	٢,٥	١٩٨٩	١٣,٥	١٩٩١	٣	١٩٧٣	١,٥	١٩٩٢	٠,٢	١٩٨٨	١,٦	١٩٨٤	١٥٩,٣	١٩٧٣
	السودة		١,٠	١٩٩٦	٠,٢	١٩٩٦	٢,٠	١٩٩٠	٣,٩	١٩٩٢	٢,٦	١٩٨٩	١,٨	١٩٨٦	٢,١	١٩٩٤	١٤,٠	١٩٨٦	٢,٠	١٩٩٧	١,١	١٩٩٠	٠,٨	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩٧	٢,٦	١٩٨٤
الثانية	ال عامر		٣,٢	١٩٩٠	٢	١٩٨١	٤,٢	١٩٨٥	٢,٥	١٩٧٩	٨	١٩٧٥	٣,٢	١٩٨٧	٢	١٩٨٢	٨,٥	١٩٩٠	٤,٧	١٩٨٦	٤,٥	١٩٨٠	٢,٥	١٩٨٥	١,٥	١٩٧٨	٨٩	١٩٧٣
	سر لعصان		٠,٨	١٩٨٦	٠,٢	١٩٨٤	٠,٢	١٩٨٨	٠,٩	١٩٧٤	٠,٢	١٩٨٦	٠,٢	١٩٩٢	٠,٢	١٩٨٧	٤,٣	١٩٩٧	٠,٢	١٩٨١	٠,٤	١٩٨١	٠,٤	١٩٩٠	١,٤	١٩٩٥	٨٦,٦	١٩٧٧
		العظمى	٣,٢		٢		٤,٢		٧,٤		١٤,٢		٥,٥		٢,٥		١٤		٤,٧		٤,٥		٢,٥		١,٦		١٥٩,٣	
		الصغرى	٠,٨		٠,٢		٠,٢		٠,٩		٠,٢		٠,٢		٠,٢		٤,٣		٠,٢		٠,٤		٠,٢		٠,٢		٢,٦	
	صبح بللحمر		١	١٩٩٥	٢,٥	١٩٩٦	١٣	١٩٩٢	١٠,٢	١٩٧٦	٤	١٩٨٨	٢	١٩٩٣	١	١٩٨٥	٥	١٩٨٠	٠,٣	١٩٨٠	٣	١٩٩٤	٣	١٩٨٩	٤	١٩٩٧	٢٥,٦	١٩٨٤
	تنومة		٥	١٩٩٣	٢	١٩٩٠	٤,٥	١٩٨٤	١٢,١	١٩٧٠	١٤	١٩٨٩	٥,٢	١٩٧١	٢,٥	١٩٩١	٥,٣	١٩٨٦	١,٥	١٩٨٦	١	١٩٨٨	٣	١٩٨٩	٢	١٩٨٥	١٣,٤	١٩٧٤
	الزهراء		٨	١٩٨٩	٦,٧	١٩٧٢	٤	١٩٧١	٨,٥	١٩٩٢	٧,٨	١٩٨٩	٥	١٩٧٨	٢	١٩٩٣	٤	١٩٩٤	٤	١٩٩٣	٤,٥	١٩٩٠	٢,٥	١٩٩٠	٦,٤	١٩٧١	٦١	١٩٨٢
الثالثة	سبت العلايا		٠,٥	١٩٨١	٠,١	١٩٨٤	٠,٤	١٩٩٢	٠,١	١٩٨٧	٠,٤	١٩٨٩	٠,٣	١٩٨١	٠,٢	١٩٩٦	٠,٤	١٩٨٨	٠,٥	١٩٨٤	٠,١	١٩٨١	٠,١	١٩٧٩	٠,٣	١٩٨١	٢٢,٨	١٩٧١
	ابها		٠,٦	١٩٩٥	٠,٣	١٩٧٦	٠,٢	١٩٨٠	٢,٠	١٩٨٤	٠,٤	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩١	٣,٠	١٩٨٣	٢,٤	١٩٩١	١,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٩٠	٠,٢	١٩٩٥	٠,٢	١٩٩٢	٧٢,٠	١٩٧٤
	عبالة		٠,٤	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩٢	٠,٦	١٩٩٢	١	١٩٩٠	٠,٢	١٩٨٨	٠,٤	١٩٨٩	٠,٢	١٩٩٢	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٨٨	٠,٤	١٩٨٨	٠,٨	١٩٨٨	١٦	١٩٩٢
	خميس مشيط		٠,١	١٩٩٥	٠,١	١٩٩٦	١,٣	١٩٨٤	٠,١	١٩٧٢	٠,١	١٩٧٤	٠,١	١٩٩٤	٠,١	١٩٨٣	١,١	١٩٨٦	٠,١	١٩٩٧	٠,١	١٩٧٦	٠,١	١٩٩٠	٠,١	١٩٩٥	٧٩	١٩٨٤
		العظمى	٨,٠		٦,٧		١٣		١٢,١		١٤,٠		٥,٢		٣,٠		٥,٣		٤		٤,٥		٣,٠		٦,٤		٧٩	
		الصغرى	٠,١		٠,١		٠,٢		٠,١		٠,١		٠,١		٠,١		٠,٢		٠,١		٠,١		٠,١		٠,١		١٣,٤	
	سراة عبيدة		٠,٦	١٩٧٢	٠,٢	١٩٩٦	٠,٨	١٩٨٥	٠,٢	١٩٧٥	٠,٢	١٩٩٢	٠,٢	١٩٨٢	٠,٨	١٩٧٥	٠,٢	١٩٩٦	٠,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩١
	بني مالك		٩	١٩٧٠	٠,٣	١٩٧٠	٦,١	١٩٧١	٣,٨	١٩٩٤	٤	١٩٧٠	٢,٥	١٩٧١	٩,٣	١٩٧٥	٣	١٩٩١	٣,٤	١٩٧٦	٣٦,٨	١٩٩٧	٢,٥	١٩٧١	٥,٩	١٩٧١	٣	١٩٩١
الرابعة	الحلي		٠,٤	١٩٨٦	٠,٢	١٩٩٦	٠,٤	١٩٨٩	١	١٩٧٠	٥,٤	١٩٩٦	٠,٢	١٩٩٥	٠,٨	١٩٨٠	٠,٢	١٩٨٤	٠,٢	١٩٩٥	٠,٢	١٩٨١	٠,٦	١٩٧٩	٠,٢	١٩٨٩	١٣,٨	١٩٩٦
	ادمة		٠,٥	١٩٨١	٠,١	١٩٨٤	١	١٩٨٥	٠,٢	١٩٨٦	٣,٨	١٩٧٩	٠,١	١٩٨١	٠,١	١٩٨٤	٠,٢	١٩٩١	٠,١	١٩٨٤	٠,١	١٩٨٣	٠,١	١٩٧٩	٠,٢	١٩٨١	١٣,٢	١٩٨٨
	تندحة		١	١٩٩٦	٢	١٩٧٥	١	١٩٨٤	٢,٢	١٩٩٢	٤	١٩٧٠	٠,٣	١٩٩٢	١	١٩٨٥	١,١	١٩٩٠	٠,٣	١٩٩٤	١,٣	١٩٧٧	٣	١٩٨	٢,٣	١٩٧٨	٧٥,٢	١٩٨٤
	بني عمرو		١	١٩٩٥	٠,١	١٩٨٤	٠,٦	١٩٨٩	٠,٢	١٩٨٧	١,٤	١٩٨٩	٠,١	١٩٨١	٠,٢	١٩٩٠	٠,٢	١٩٩١	٠,١	١٩٨٤	٠,١	١٩٨١	٠,١	١٩٧٩	٠,٢	١٩٩٥	٧٦,٨	١٩٨٨
		العظمى	٩		٢		٦,١		٣,٨		٥,٤		٢,٥		٩,٣		٣		٣,٤		٣٦,٨		٣		٥,٩		٧٦,٨	
		الصغرى	٠,٤		٠,١		٠,٤		٠,٢		٠,٢		٠,١		٠,١		٠,٢		٠,١		٠,١		٠,١		٠,٢		٠,٢	
	ظهران الجنوب		١	١٩٩٠	٠,٣	١٩٧٤	٤	١٩٨٨	٥	١٩٧٣	٦,٢	١٩٧٨	٥	١٩٩٥	٣	١٩٩٠	٥	١٩٨٤	٠,٢	١٩٧٩	٠,٢	١٩٨٠	٧	١٩٧٨	٣,٨	١٩٧٩	٢٩	١٩٨٧
	الحرجة		٣,٠	١٩٩٢	٣,٧	١٩٨٣	٥,٠	١٩٩٦	١٧,٣	١٩٧٣	١٤	١٩٧٧	٢٠	١٩٩٥	١٠	١٩٨٩	٨	١٩٨٦	٠		١٥	١٩٩١	٣	١٩٨٦	٥	١٩٧٩	٣١	١٩٨٤
	يعرى		١	١٩٧٣	١	١٩٧٤	٦,٢	١٩٨٤	٥,٥	١٩٧٣	١,٤	١٩٨٨	٦	١٩٧٢	١,٩	١٩٧٣	١	١٩٨٤	١٠,٢	١٩٧٠	٢	١٩٧٢	٠,٩	١٩٧٥	٩	١٩٩٥	١٥,٥	١٩٧٠
	تبالة		٢,٣	١٩٨٩	١,٢	١٩٨٤	٢,٩	١٩٧١	٧,٢	١٩٨٧	٨	١٩٩٥	٤,٢	١٩٨٣	٥	١٩٧٠	٠,٢	١٩٧٣	٤	١٩٧٠	٢,٣	١٩٨٩	٦,٨	١٩٩٤	١,١	١٩٧٢	١١	١٩٧٩
	الماوين		٠,٥	١٩٨٦	٢,٥	١٩٩١	١٨	١٩٩٥	١	١٩٩١	٠,٦	١٩٨٣	٥,٧	١٩٩٥	٠,٥	١٩٨٥	٦,٢	١٩٨٢	٠,١	١٩٧١	٣	١٩٩١	٠,٥	١٩٨٩	٢٥	١٩٨٩	٦,٢	١٩٨٢
	خيبر الجنوب		٤	١٩٩٦	٣	١٩٨٨	٣	١٩٩٣	١,٥	١٩٩٢	٢	١٩٨٨	٣,٩	١٩٧٧	١,٥	١٩٩٦	١	١٩٩٦	١	١٩٩٣	٢,٥	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩٤	٢	١٩٨٦	١١	١٩٧٨
الخامسة	تلجر		٣	١٩٩٧	٨	١٩٨٦	١٤,٥	١٩٧٨	٣	١٩٩٦	٠,٤	١٩٨٣	٧	١٩٧٥	١٤	١٩٨١	١,٢	١٩٧٧	٠,٤	١٩٧٣	٥,٥	١٩٩١	٨	١٩٨٢	٥,٥	١٩٨٦	١,٢	١٩٧٧
	بني ثور		٥,٦	١٩٩٦	٥,٢	١٩٩٥	٣,٥	١٩٨٤	٥,٢	١٩٨٩	٥	١٩٧٨	٦,٢	١٩٧٧	٢,١	١٩٩٥	٣,٩	١٩٨٤	٤,٥	١٩٧٠	٤,٢	١٩٩٣	٢١	١٩٩٦	٩,٥	١٩٨٩	٩,٢	١٩٧٧
	الجوف		٦	١٩٧٠	٩,٥	١٩٧٥	٢,١	١٩٧٩	١,٦	١٩٧٨	٦,٣	١٩٧٩	١١,٥	١٩٩٧	٨	١٩٧٣	١٨	١٩٧٥	٠		١٠	١٩٩٣	٣	١٩٨٦	٤٢	١٩٧٣	٣,٣	١٩٨٠
	الحيفة		٠,٦	١٩٨٧	٠,٦	١٩٩٣	٠,٢	١٩٨٤	٠,٢	١٩٩٢	٠,٤	١٩٨٠	١,٢	١٩٩٥	٠,٤	١٩٨٨	١	١٩٩٦	٠,٢	١٩٩٣	٠,٦	١٩٧٩	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٥	٢,٤	١٩٨٤
	ابن هشبل		١	١٩٨٧	٢,٤	١٩٧٢	١,٢	١٩٧١	٠,٥	١٩٧٠	١,٤	١٩٩٦	١	١٩٧٢	٢	١٩٧١	٣	١٩٨٣	١	١٩٨٨	١	١٩٩٤	١	١٩٧٢	٠,٢	١٩٧٠	٦	١٩٩٥
	ابو جنية		٠,٤	١٩٨٩	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٩٠	٤,٤	١٩٨٤	٠,٢	١٩٩٠	٠,٤	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩٠	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩٣	٣	١٩٨٢	٠,٢	١٩٩٠	٠,٤	١٩٩٣	١٢	١٩٨٤
	بيلمة		٠,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٨٤	٠,٦	١٩٨٥	٠,٤	١٩٨١	٣,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٠	٠,٤	١٩٨١	٠,٢	١٩٨٧	٠,٢	١٩٨٧	٢,٦	١٩٩٤	٠,٥	١٩٧٦	٠,٢	١٩٩٢	١١,٤	١٩٧٩
	تثليث		١,٤	١٩٩٣	١,٨	١٩٩٣	٣	١٩٩٢	٢	١٩٨٢	١	١٩٨٧	١,٢	١٩٧٥	٠,١	١٩٩٦	٠,٦	١٩٩٠	٣	١٩٩٢	٤	١٩٧٢	٢	١٩٨٠	١,٤	١٩٧٨	١٢,٦	١٩٧٣
	صمخ		٠,٦	١٩٨٢	٠,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٢	٠,٤	١٩٩٥	٠,٢	١٩٩٥	٢,٤	١٩٧٥	٠,٦	١٩٩٥	٠,٤	١٩٨١	٠,٢	١٩٨٨	٠,٤	١٩٩١	١,٤	١٩٨٤	٠,٨	١٩٨٩	١	١٩٩٣
		العظمى	٦		٩,٥		١٨		١٧,٣		١٤		٢٠		١٤		١٨		١٠,٢		١٥		٢١		٤٢		٣١	
		الصغرى	٠,٢		٠,٢		٠,٢		٠,٢		٠,٢		٠,٢		٠,١		٠,٢		٠		٠,٢		٠,٢		٠,٢		١	

المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

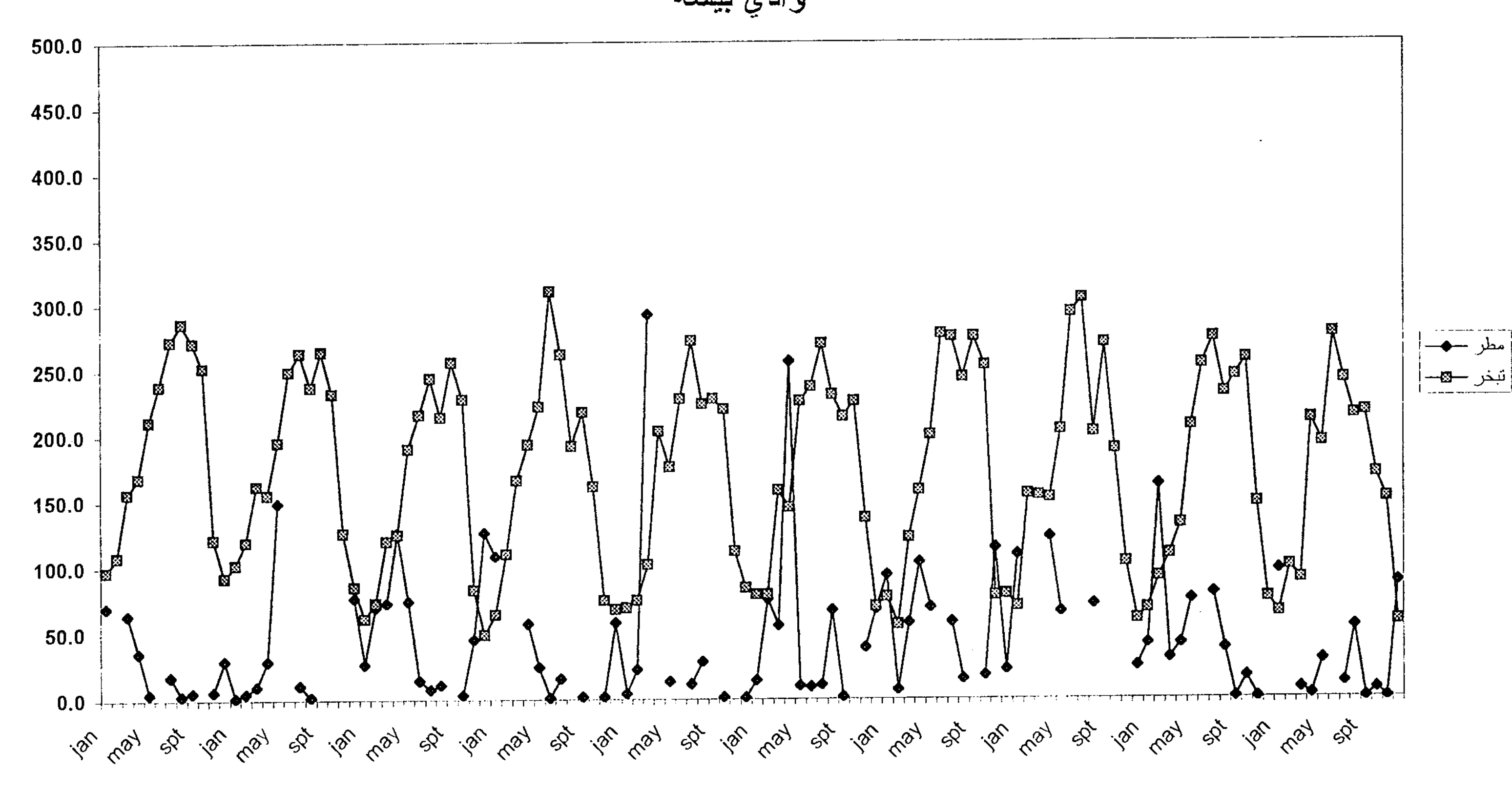
ملحق (ل)
الفئات الشهرية للأمطار الصغرى في محطات الدراسة ١٩٧٠-١٩٩٧م

الفئات	اسم المحطة	القيم	يناير	السنة	فبراير	السنة	مارس	السنة	أبريل	السنة	مايو	السنة	يونيو	السنة	يوليو	السنة	اغسطس	السنة	سبتمبر	السنة	اكتوبر	السنة	نوفمبر	السنة	ديسمبر	السنة	المجموع	السنة
	بللسمر		٢	١٩٩٣	٣	١٩٩٣	١٣,١	١٩٩٢	١٦,٥	١٩٧٠	٥	١٩٨٨	٢	١٩٧٥	٢	١٩٨٠	١	١٩٩٣	٠,٣	١٩٨٠	٢	١٩٩٢	٨,٧	١٩٨٠	٢,١	١٩٨٧	٥٤	١٩٨٤
الأولى	النماص		١,٦	١٩٧١	٠,٢	١٩٨٤	١,٨	١٩٩٣	١,٦	١٩٩٢	٢,٨	١٩٩٢	٠,٢	١٩٨٩	٠,٦	١٩٨٩	١,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٨٤	٠,٤	١٩٨١	٠,٤	١٩٧٩	٠,٢	١٩٩٠	٢٢٥,٢	١٩٨١
	تمنية		٣	١٩٧٥	٢	١٩٧٩	٥,٨	١٩٧١	٤	١٩٨٠	٤,٢	١٩٨٩	٢	١٩٧٤	٧,٥	١٩٩٦	٥	١٩٩٠	١	١٩٧٧	٤	١٩٧٠	١	١٩٩٥	١	١٩٧٥	١٦	١٩٨٤
		العظمى	٣		٣		١٣,١		١٦,٥		٥		٢		٧,٥		٥		١		٤		٨,٧		٢,١		٢٢٥,٢	
		الصغرى	١,٦		٠,٢		١,٨		١,٦		٢,٨		٠,٢		٠,٦		١		٠,٢		٠,٤		٠,٤		٠,٢		١٦	
	علكم		٢	١٩٩٤	٢	١٩٩٥	٣,٢	١٩٨٨	٧,٤	١٩٩٢	١٤,٢	١٩٩٢	٥,٥	١٩٩١	٢,٥	١٩٨٩	١٣,٥	١٩٩١	٣	١٩٧٣	١,٥	١٩٩٢	٠,٢	١٩٨٨	١,٦	١٩٨٤	١٥٩,٣	١٩٧٣
	السودة		١,٠	١٩٩٦	٠,٢	١٩٩٦	٢,٠	١٩٩٠	٣,٩	١٩٩٢	٢,٦	١٩٨٦	١,٨	١٩٨٦	٢,١	١٩٩٤	١٤,٠	١٩٨٦	٢,٠	١٩٩٧	١,١	١٩٩٠	٠,٨	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩٧	٢,٦	١٩٨٤
الثانية	ال عامر		٣,٢	١٩٩٠	٢	١٩٨١	٤,٢	١٩٨٥	٢,٥	١٩٧٩	٨	١٩٧٥	٣,٢	١٩٨٧	٢	١٩٨٢	٨,٥	١٩٩٠	٤,٧	١٩٨٦	٤,٥	١٩٨٠	٢,٥	١٩٨٥	١,٥	١٩٧٨	٨٩	١٩٧٣
	سر لعصان		٠,٨	١٩٨٦	٠,٢	١٩٨٤	٠,٢	١٩٨٨	٠,٩	١٩٧٤	٠,٢	١٩٨٦	٠,٢	١٩٩٢	٠,٢	١٩٨٧	٤,٣	١٩٩٧	٠,٢	١٩٨١	٠,٤	١٩٨١	٠,٤	١٩٩٠	١,٤	١٩٩٥	٨٦,٦	١٩٧٧
		العظمى	٣,٢		٢		٤,٢		٧,٤		١٤,٢		٥,٥		٢,٥		١٤		٤,٧		٤,٥		٢,٥		١,٦		١٥٩,٣	
		الصغرى	٠,٨		٠,٢		٠,٢		٠,٩		٠,٢		٠,٢		٠,٢		٤,٣		٠,٢		٠,٤		٠,٢		٠,٢		٢,٦	
	صبح بللحمر		١	١٩٩٥	٢,٥	١٩٩٦	١٣	١٩٩٢	١٠,٢	١٩٧٦	٤	١٩٨٨	٢	١٩٩٣	١	١٩٨٥	٥	١٩٨٠	٠,٣	١٩٨٠	٣	١٩٩٤	٣	١٩٨٩	٤	١٩٩٧	٢٥,٦	١٩٨٤
	تنومة		٥	١٩٩٣	٢	١٩٩٠	٤,٥	١٩٨٤	١٢,١	١٩٧٠	١٤	١٩٨٩	٥,٢	١٩٧١	٢,٥	١٩٩١	٥,٣	١٩٨٦	١,٥	١٩٨٦	١	١٩٨٨	٣	١٩٨٩	٢	١٩٨٥	١٣,٤	١٩٧٤
	الزهراء		٨	١٩٨٩	٦,٧	١٩٧٧	٤	١٩٧١	٨,٥	١٩٩٢	٧,٨	١٩٨٩	٥	١٩٧٨	٢	١٩٩٣	٤	١٩٩٤	٤	١٩٩٣	٤,٥	١٩٩٠	٢,٥	١٩٩٠	٦,٤	١٩٧١	٦١	١٩٨٢
الثالثة	سبت العلايا		٠,٥	١٩٨١	٠,١	١٩٨٤	٠,٤	١٩٩٢	٠,١	١٩٨٧	٠,٤	١٩٨٩	٠,٣	١٩٨١	٠,٢	١٩٩٦	٠,٤	١٩٨٨	٠,٥	١٩٨٤	٠,١	١٩٨١	٠,١	١٩٧٩	٠,٣	١٩٨١	٢٢,٨	١٩٧١
	ابها		٠,٦	١٩٩٥	٠,٣	١٩٧٦	٠,٢	١٩٨٠	٢,٠	١٩٨٤	٠,٤	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩١	٣,٠	١٩٨٣	٢,٤	١٩٩١	١,٢	١٩٧٣	٠,٢	١٩٩٠	٠,٢	١٩٩٥	٠,٢	١٩٩٢	٧٢,٠	١٩٧٤
	عبالة		٠,٤	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩٢	٠,٦	١٩٩٢	١	١٩٩٠	٠,٢	١٩٨٨	٠,٤	١٩٨٩	٠,٢	١٩٩٢	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٨٨	٠,٤	١٩٨٨	٠,٨	١٩٨٨	١٦	١٩٩٢
	خميس مشيط		٠,١	١٩٩٥	٠,١	١٩٩٦	١,٣	١٩٨٤	٠,١	١٩٧٧	٠,١	١٩٧٤	٠,١	١٩٩٤	٠,١	١٩٨٣	١,١	١٩٨٦	٠,١	١٩٩٧	٠,١	١٩٧٦	٠,١	١٩٩٠	٠,١	١٩٩٥	٧٩	١٩٨٤
		العظمى	٨,٠		٦,٧		١٣		١٢,١		١٤,٠		٥,٢		٣,٠		٥,٣		٤		٤,٥		٣,٠		٦,٤		٧٩	
		الصغرى	٠,١		٠,١		٠,٢		٠,١		٠,١		٠,١		٠,١		٠,٢		٠,١		٠,١		٠,١		٠,١		١٣,٤	
	سراة عبيدة		٠,٦	١٩٧٢	٠,٢	١٩٩٦	٠,٨	١٩٨٥	٠,٢	١٩٧٥	٠,٢	١٩٩٢	٠,٢	١٩٨٢	٠,٨	١٩٧٥	٠,٢	١٩٩٦	٠,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩١
	بني مالك		٩	١٩٧٠	٠,٣	١٩٧٠	٦,١	١٩٧١	٣,٨	١٩٩٤	٤	١٩٧٠	٢,٥	١٩٧١	٩,٣	١٩٧٥	٣	١٩٩١	٣,٤	١٩٧٦	٣٦,٨	١٩٩٧	٢,٥	١٩٧١	٥,٩	١٩٧١	٣	١٩٩١
الرابعة	الحلي		٠,٤	١٩٨٦	٠,٢	١٩٩٦	٠,٤	١٩٨٩	١	١٩٧٠	٥,٤	١٩٩٦	٠,٢	١٩٩٥	٠,٨	١٩٨٠	٠,٢	١٩٨٤	٠,٢	١٩٩٥	٠,٢	١٩٨١	٠,٦	١٩٧٩	٠,٢	١٩٨٩	١٣,٨	١٩٩٦
	ادمة		٠,٥	١٩٨١	٠,١	١٩٨٤	١	١٩٨٥	٠,٢	١٩٨٦	٣,٨	١٩٧٩	٠,١	١٩٨١	٠,١	١٩٨٤	٠,٢	١٩٩١	٠,١	١٩٨٤	٠,١	١٩٨٣	٠,١	١٩٧٩	٠,٢	١٩٨١	١٣,٢	١٩٨٨
	تندحة		١	١٩٩٦	٢	١٩٧٥	١	١٩٨٤	٢,٢	١٩٩٢	٤	١٩٧٠	٠,٣	١٩٩٢	١	١٩٨٥	١,١	١٩٩٠	٠,٣	١٩٩٤	١,٣	١٩٧٧	٣	١٩٨	٢,٣	١٩٧٨	٧٥,٢	١٩٨٤
	بني عمرو		١	١٩٩٥	٠,١	١٩٨٤	٠,٦	١٩٨٩	٠,٢	١٩٨٧	١,٤	١٩٨٩	٠,١	١٩٨١	٠,٢	١٩٩٠	٠,٢	١٩٩١	٠,١	١٩٨٤	٠,١	١٩٨١	٠,١	١٩٧٩	٠,٢	١٩٩٥	٧٦,٨	١٩٨٨
		العظمى	٩		٢		٦,١		٣,٨		٥,٤		٢,٥		٩,٣		٣		٣,٤		٣٦,٨		٣		٥,٩		٧٦,٨	
		الصغرى	٠,٤		٠,١		٠,٤		٠,٢		٠,٢		٠,١		٠,١		٠,٢		٠,١		٠,١		٠,١		٠,٢		٠,٢	
	ظهران الجنوب		١	١٩٩٠	٠,٣	١٩٧٤	٤	١٩٨٨	٥	١٩٧٣	٦,٢	١٩٧٨	٥	١٩٩٥	٣	١٩٩٠	٥	١٩٨٤	٠,٢	١٩٧٩	٠,٢	١٩٨٠	٧	١٩٧٨	٣,٨	١٩٧٩	٢٩	١٩٨٧
	الحرجة		٣,٠	١٩٩٢	٣,٧	١٩٨٣	٥,٠	١٩٩٦	١٧,٣	١٩٧٣	١٤	١٩٧٧	٢٠	١٩٩٥	١٠	١٩٨٩	٨	١٩٨٦	٠		١٥	١٩٩١	٣	١٩٨٦	٥	١٩٧٩	٣١	١٩٨٤
	يعرى		١	١٩٧٣	١	١٩٧٤	٦,٢	١٩٨٤	٥,٥	١٩٧٣	١,٤	١٩٨٨	٦	١٩٧٢	١,٩	١٩٧٣	١	١٩٨٤	١٠,٢	١٩٧٠	٢	١٩٧٢	٠,٩	١٩٧٥	٩	١٩٩٥	١٥,٥	١٩٧٠
	تبالة		٢,٣	١٩٨٩	١,٢	١٩٨٤	٢,٩	١٩٧١	٧,٢	١٩٨٧	٨	١٩٩٥	٤,٢	١٩٨٣	٥	١٩٧٠	٠,٢	١٩٧٣	٤	١٩٧٠	٢,٣	١٩٨٩	٦,٨	١٩٩٤	١,١	١٩٧٢	١١	١٩٧٩
	الماوين		٠,٥	١٩٨٦	٢,٥	١٩٩١	١٨	١٩٩٥	١	١٩٩١	٠,٦	١٩٨٣	٥,٧	١٩٩٥	٠,٥	١٩٨٥	٦,٢	١٩٨٢	٠,١	١٩٧١	٣	١٩٩١	٠,٥	١٩٨٩	٢٥	١٩٨٩	٦,٢	١٩٨٢
	خيبر الجنوب		٤	١٩٩٦	٣	١٩٨٨	٣	١٩٩٣	١,٥	١٩٩٢	٢	١٩٨٨	٣,٩	١٩٧٧	١,٥	١٩٩٦	١	١٩٩٦	١	١٩٩٣	٢,٥	١٩٩٤	٠,٢	١٩٩٤	٢	١٩٨٦	١١	١٩٧٨
الخامسة	تاجر		٣	١٩٩٧	٨	١٩٨٦	١٤,٥	١٩٧٨	٣	١٩٩٦	٠,٤	١٩٨٣	٧	١٩٧٥	١٤	١٩٨١	١,٢	١٩٧٧	٠,٤	١٩٧٣	٥,٥	١٩٩١	٨	١٩٨٢	٥,٥	١٩٨٦	١,٢	١٩٧٧
	بني ثور		٥,٦	١٩٩٦	٥,٢	١٩٩٥	٣,٥	١٩٨٤	٥,٢	١٩٨٩	٥	١٩٧٨	٦,٢	١٩٧٧	٢,١	١٩٩٥	٣,٩	١٩٨٤	٤,٥	١٩٧٠	٤,٢	١٩٩٣	٢١	١٩٩٦	٩,٥	١٩٨٩	٦,٢	١٩٧٧
	الجوف		٦	١٩٧٠	٩,٥	١٩٧٥	٢,١	١٩٧٩	١,٦	١٩٧٨	٦,٣	١٩٧٩	١١,٥	١٩٩٧	٨	١٩٧٣	١٨	١٩٧٥	٠		١٠	١٩٩٣	٣	١٩٨٦	٤٢	١٩٧٣	٣,٣	١٩٨٠
	الحيفة		٠,٦	١٩٨٧	٠,٦	١٩٩٣	٠,٢	١٩٨٤	٠,٢	١٩٩٢	٠,٤	١٩٨٠	١,٢	١٩٩٥	٠,٤	١٩٨٨	١	١٩٩٦	٠,٢	١٩٩٣	٠,٦	١٩٧٩	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٨٥	٢,٤	١٩٨٤
	ابن هشبل		١	١٩٨٧	٢,٤	١٩٧٢	١,٢	١٩٧١	٠,٥	١٩٧٠	١,٤	١٩٩٦	١	١٩٧٢	٢	١٩٧١	٣	١٩٨٣	١	١٩٨٨	١	١٩٩٤	١	١٩٧٢	٠,٢	١٩٧٠	٦	١٩٩٥
	ابو جنية		٠,٤	١٩٨٩	٠,٢	١٩٩١	٠,٢	١٩٩٠	٤,٤	١٩٨٤	٠,٢	١٩٩٠	٠,٤	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩٠	٠,٢	١٩٩٣	٠,٢	١٩٩٣	٣	١٩٨٢	٠,٢	١٩٩٠	٠,٤	١٩٩٣	١٢	١٩٨٤
	بيشة		٠,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٨٤	٠,٦	١٩٨٥	٠,٤	١٩٨١	٣,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٠	٠,٤	١٩٨١	٠,٢	١٩٨٧	٠,٢	١٩٨٧	٢,٦	١٩٩٤	٠,٥	١٩٧٦	٠,٢	١٩٩٢	١١,٤	١٩٧٩
	تثليث		١,٤	١٩٩٣	١,٨	١٩٩٣	٣	١٩٩٢	٢	١٩٨٢	١	١٩٨٧	١,٢	١٩٧٥	٠,١	١٩٩٦	٠,٦	١٩٩٠	٣	١٩٩٢	٤	١٩٧٧	٢	١٩٨٠	١,٤	١٩٧٨	١٢,٦	١٩٧٣
	صمخ		٠,٦	١٩٨٢	٠,٢	١٩٨٨	٠,٢	١٩٩٢	٠,٤	١٩٩٥	٠,٢	١٩٩٥	٢,٤	١٩٧٥	٠,٦	١٩٩٥	٠,٤	١٩٨١	٠,٢	١٩٨٨	٠,٤	١٩٩١	١,٤	١٩٨٤	٠,٨	١٩٨٩	١	١٩٩٣
		العظمى	٦	.	٩,٥		١٨		١٧,٣		١٤		٢٠		١٤		١٨		١٠,٢		١٥		٢١		٤٢		٣١	
		الصغرى	٠,٢		٠,٢		٠,٢		٠,٢		٠,٢		٠,٢		٠,١		٠,٢		٠		٠,٢		٠,٢		٠,٢		١	

المصدر من إعداد الباحثة اعتمادا على البيانات المناخية من وزارة الزراعة والمياه قسم الهيدرولوجيا، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة.

ملحق (م)

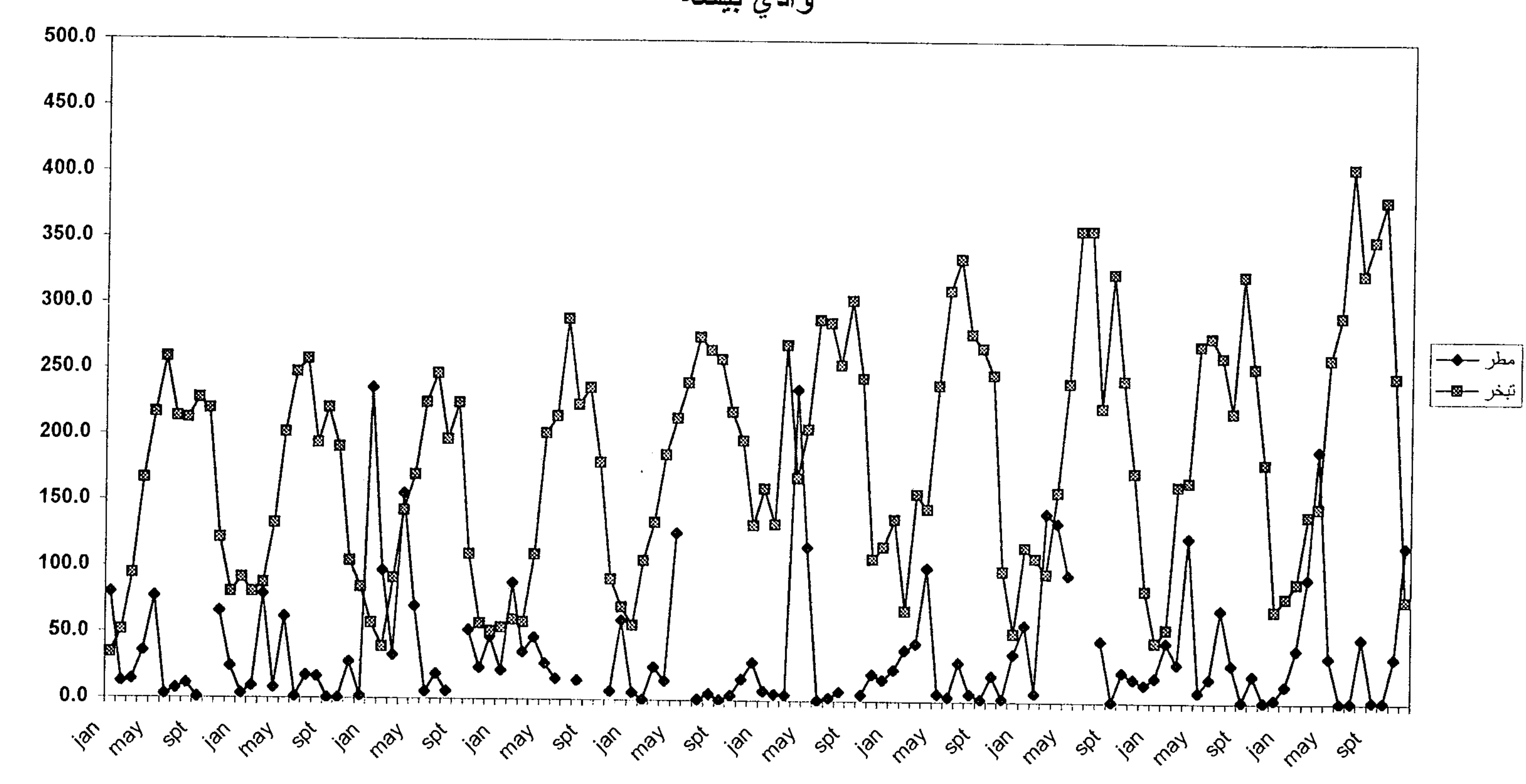
معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف وادي بيشة ·



kdnmasrv(1/3)

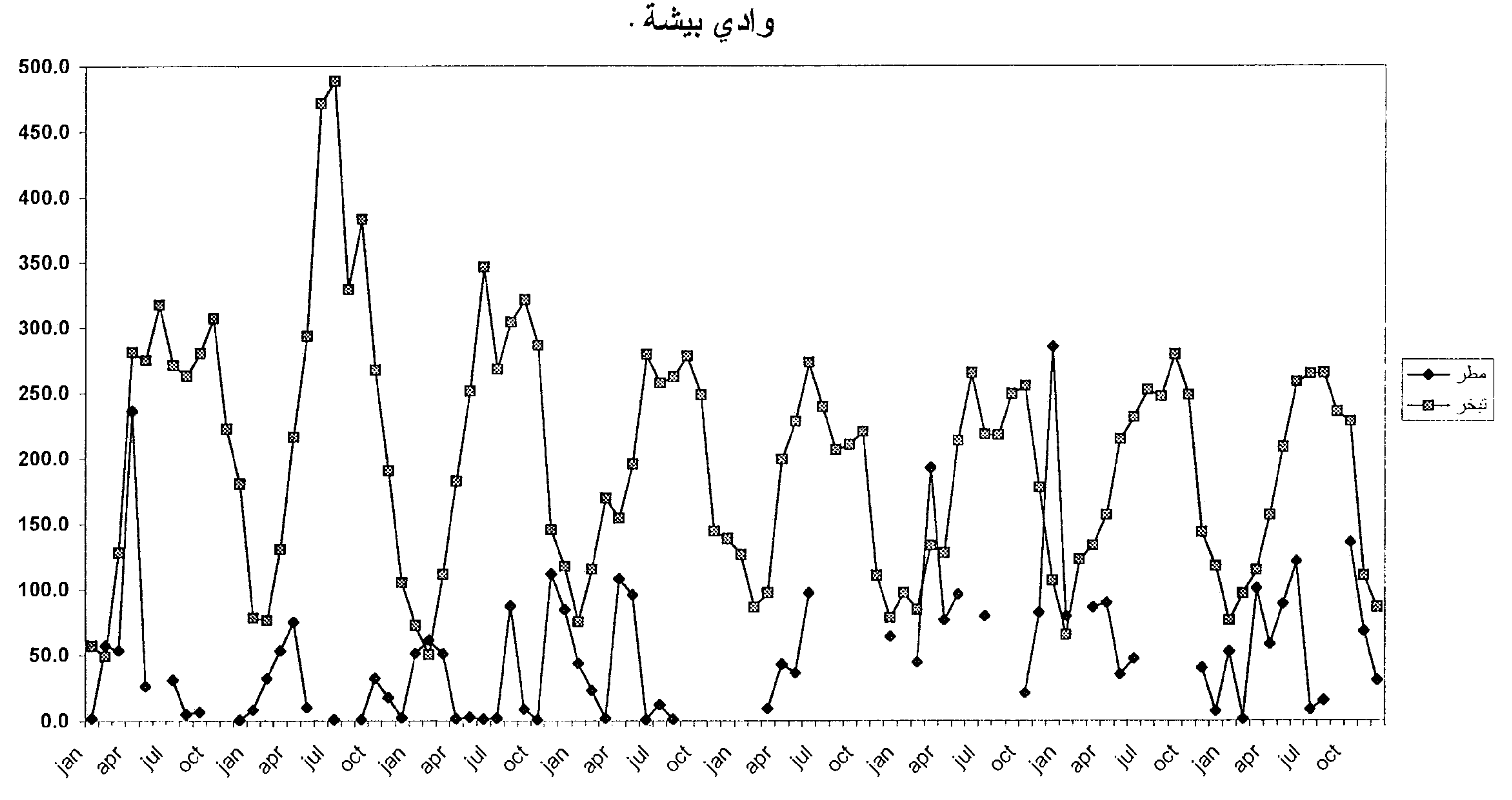
تابع ملحق (م)

معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف وادي بيشة.



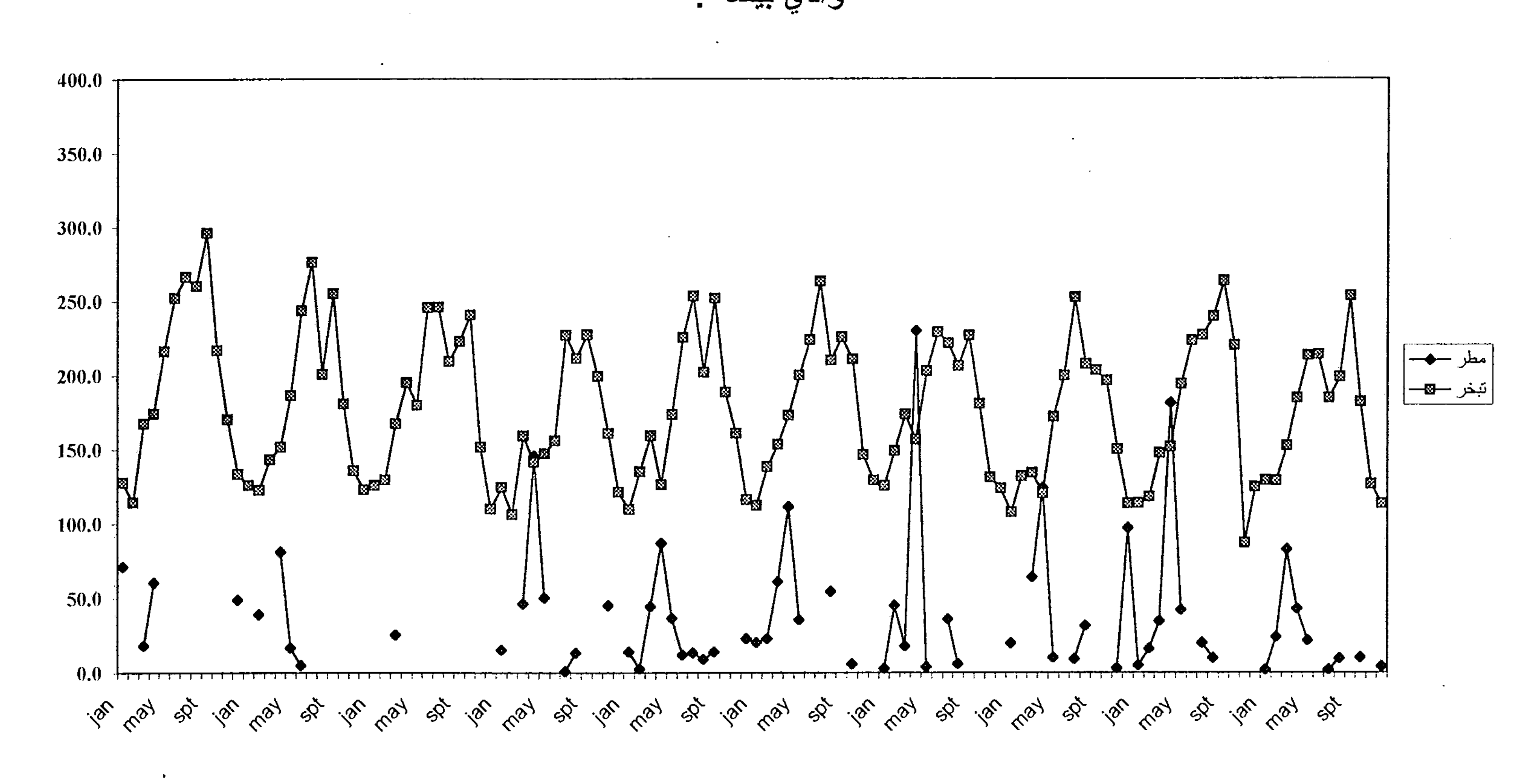
kdnmasrv(2/3)

تابع ملحق (م)
معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة بمنطقة الجبال المرتفعة وسط حوض تصريف وادي بيشة .

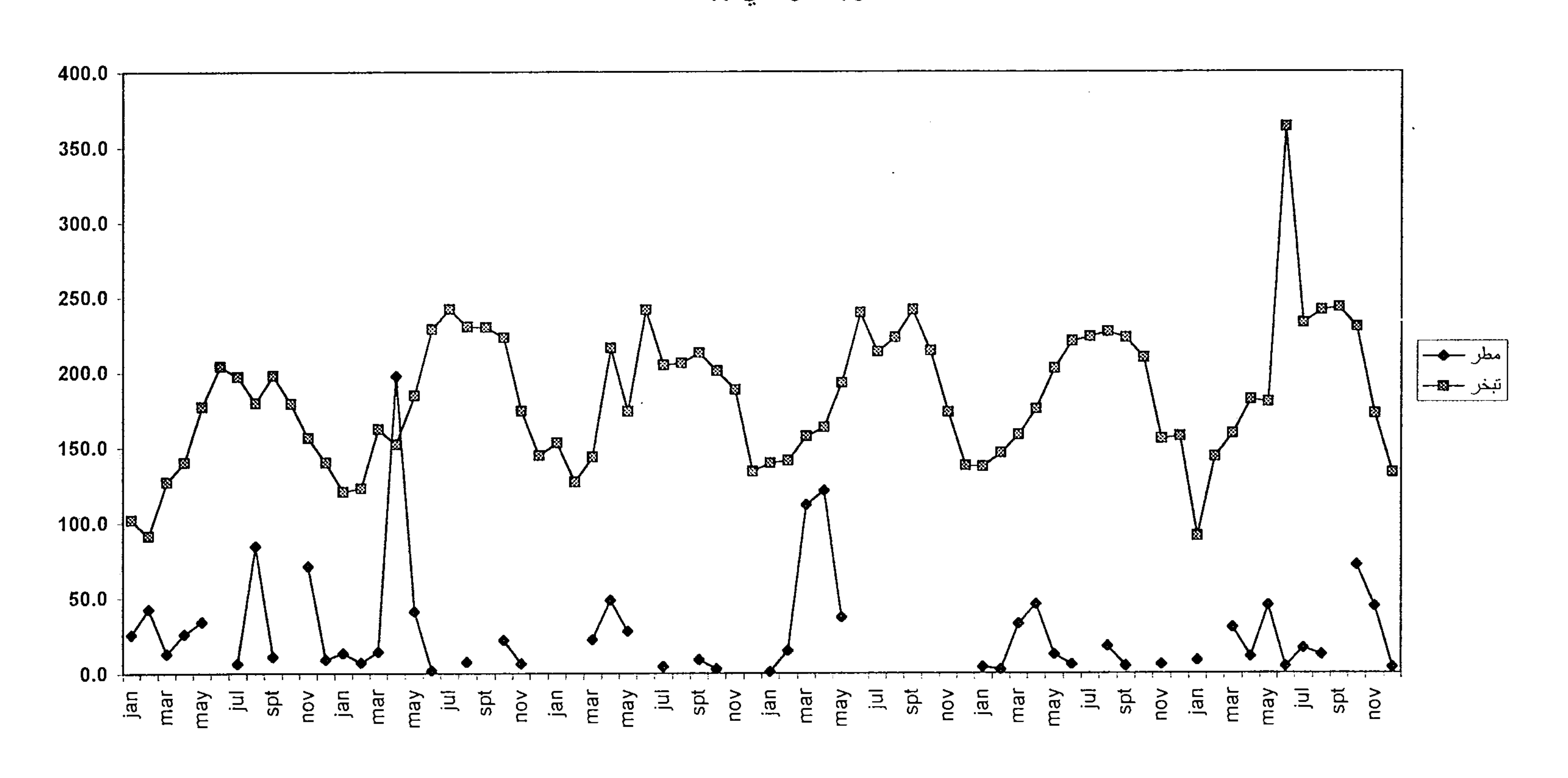


ملحق (ن)

معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الشمالية والغربية من حوض تصريف وادي بيشة .

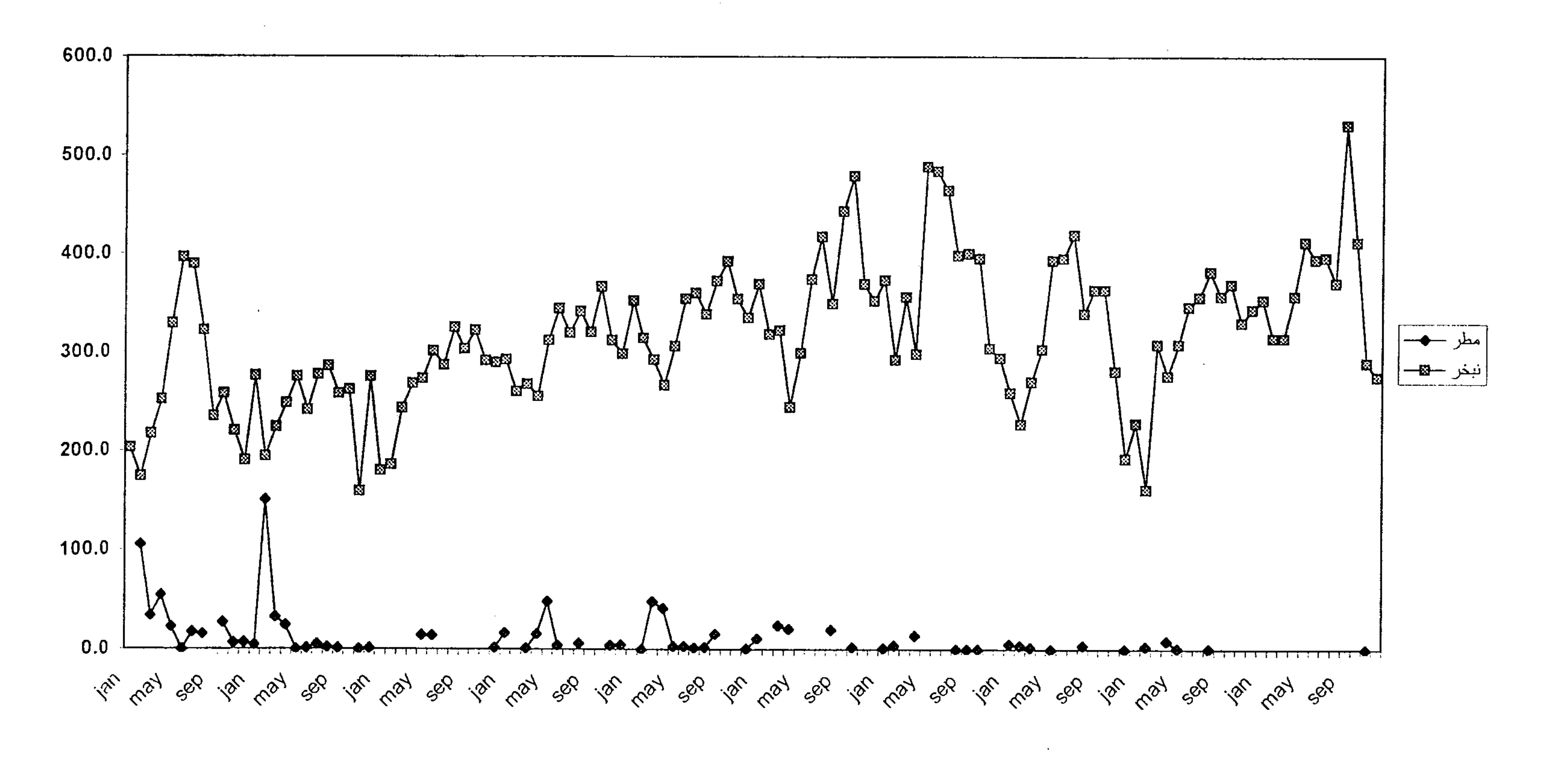


تابع ملحق (ن)
معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الشمالية والغربية من حوض
تصريف وادي بيشة .



ملحق (س)

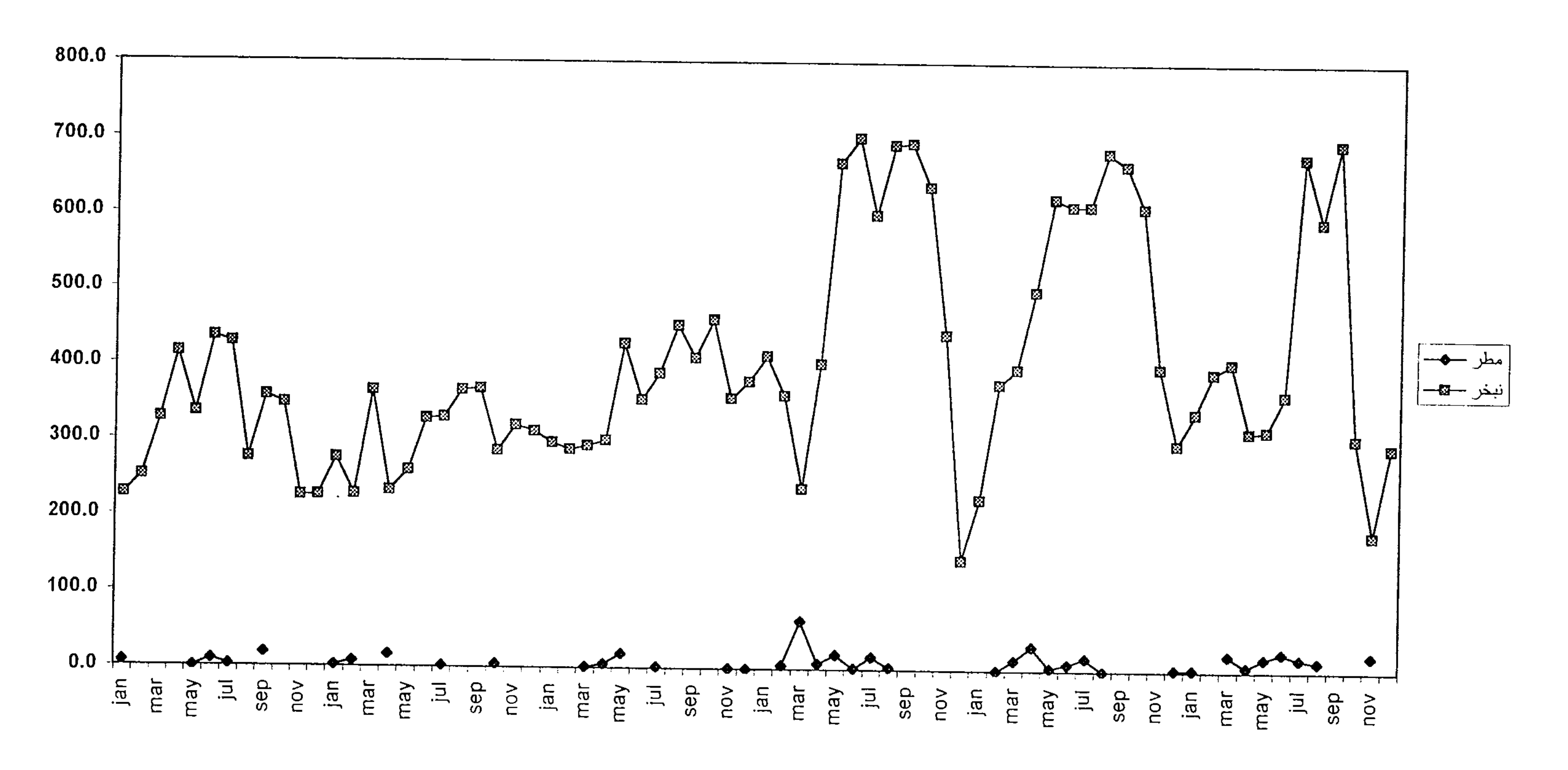
معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الغربية والجنوبية من حوض تصريف وادي بيشة.



kdsratabedhrv(1/2)

تابع ملحق (س)

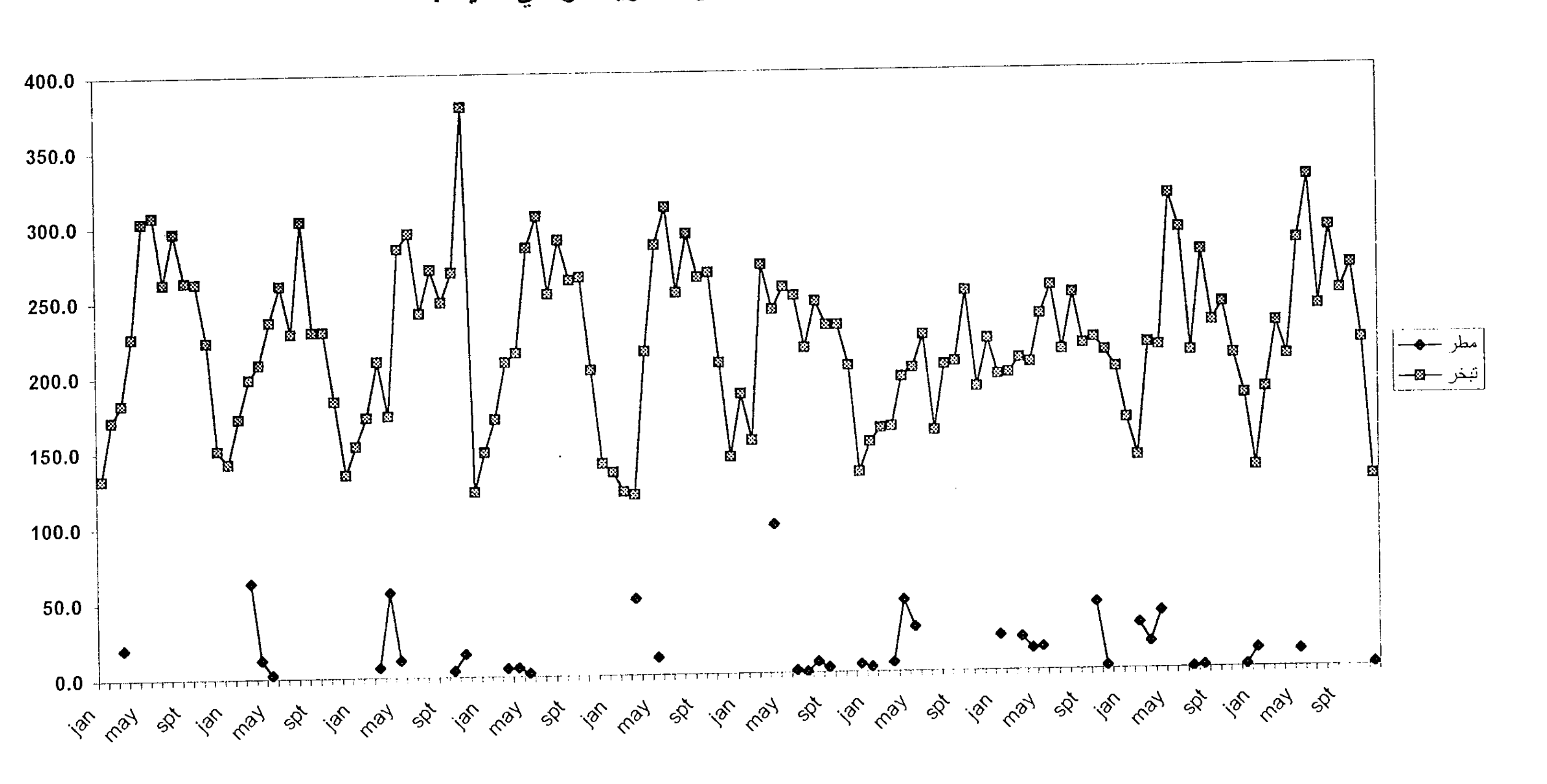
معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة بالأجزاء الغربية والجنوبية من حوض تصريف وادي بيشة.



sratabedhrv(2/2)

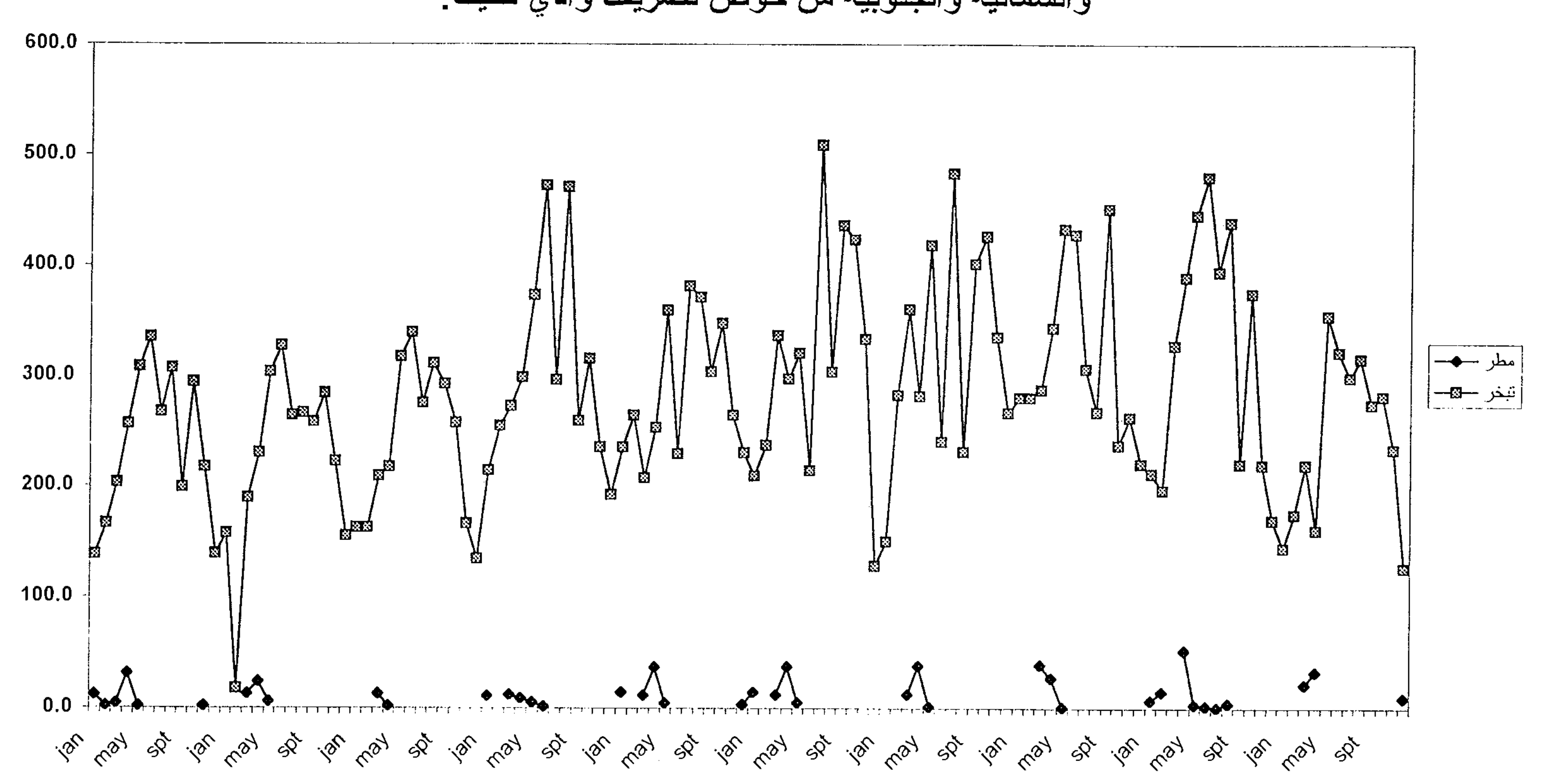
ملحق (ع)

معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية والشمالية والجنوبية من حوض تصريف وادي تثليث.



تابع ملحق (ع)

معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية والشمالية والجنوبية من حوض تصريف وادي تثليث.



تابع ملحق (ع)

معدلات الأمطار والتبخر/ النتح في دورة مائية كاملة في المنطقة التي تغطي الأجزاء الشرقية والشمالية والجنوبية من حوض تصريف وادي تثليث.

